DS 75-10F

Énergie, Mines et Ressources Canada
Energy, Mines and Resources Canada

1975

REVUE DES TRAVAUX DE CANMET EN 1973 ET 1974

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (ancienne Direction des mines)

90-04681/

MINES 1975

Revue des travaux de CANMET* en 1973 et 1974

*Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie
(ancienne Direction des mines)
Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources
Ottawa, Canada

Rapport DS 75-10 (INFO)

JUN 15

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1976

En vente par la poste:

Imprimerie et Édition
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada K1A 0S9

ou chez votre libraire.

N° de catalogue M31-12/1975F Prix: Canada: $2.00
Autres pays: $2.40

Prix sujet à changement sans avis préalable.

Creative Printers & Publishers Ltd.—Contract No. 23241-6-6661

AVANT-PROPOS

Mines 75 analyse les objectifs et les principaux travaux de la Direction des mines du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. En janvier 1975, la Direction devenait le Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET). La présente édition couvre les années 1973 et 1974 au cours desquelles étaient réalisés non seulement les travaux de recherche normaux, mais aussi la planification et l'application d'une réorganisation administrative majeure et de quelques autres changements. Afin d'éviter toute confusion, les noms des différentes divisions et des autres centres de responsabilités employés dans le texte sont ceux qui s'appliquaient avant le changement officiel, même si certains étaient déjà changés.

Établie en 1907, la Direction des mines fait partie du Secteur de la science et de la technologie du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Le Ministère a la charge d'assurer une exploration, une extraction et une utilisation efficaces des minéraux et des ressources énergétiques du Canada, au bénéfice présent et futur de la nation. Le Secteur a la charge de l'étude des méthodes dans lesquelles la science et la technologie peuvent être appliquées à ces objectifs. La Direction s'intéresse à ces travaux, spécialement aux procédés d'extraction et d'utilisation.

Bien que l'objectif majeur puisse changer d'année en année en fonction des priorités nationales, la recherche au sein de la Direction a toujours été présente dans tous les travaux reliés à l'exploitation, au traitement des minerais et des matériaux bruts et à l'utilisation des produits finis. Les deux dernières années n'ont pas fait exception. Les responsabilités de la Direction au cours de cette période étaient comme les années antérieures dans le cadre du Programme des ressources énergétiques et minérales (PREM) du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, mais de nouvelles responsabilités ont pris place face aux exigences des nouveaux Programme de recherche sur les minéraux et Programme de recherche énergétique. Les travaux de chaque centre de responsabilité sont décrits sous les titres du PREM - Technique minière, Technologie minérale, Technologie des métaux, Recherche sur l'énergie, Protection écologique, Information scientifique et technique et Services techniques. Une liste des membres du personnel professionnel et de leur représentation aux comités techniques est donnée aux annexes.

Le directeur
D.F. Coates

Figure 1. Mine de fer de la Steep Rock Mines. Pente éboulée après les opérations.

CANMET, DIRECTION
1973-74

Directeur, D.F. Coates

Sous-directeur, V.A. Haw

CENTRES DE RESPONSABILITÉS

Traitement des minéraux	H.M. Woodrooffe
Métallurgie extractive	K.W. Downes
Sciences minérales	R.L. Cunningham
Recherche sur les combustibles	D.S. Montgomery
Recherche minière	T.S. Cochrane
Recherche en énergie et en réduction des métaux	J.H. Walsh
Métallurgie physique	S.L. Gertsman
Services techniques	E.K. Swimmings
Information minière	A.S. Romaniuk

TABLE DES MATIÈRES

	Page
TECHNIQUE MINIÈRE	1
Recherches écologiques	1
Poussière	1
Radiation	1
Bruit	1
Combustion spontanée	1
Restauration végétale	1
Contrôle du sol—amélioration des avantages économiques et de la sécurité	1
Création de systèmes—vers l'automatisation	2
Recherches scientifiques connexes	3
Contrôle et homologation d'équipements d'exploitation souterraine	3
TECHNOLOGIE MINÉRALE	4
Développement de la technique des procédés de concentration nouveaux et améliorés	4
Enrichissement des minerais complexes de métaux communs	4
Traitement des minerais de métaux précieux	4
Flottation du nickel de résidus d'amiante	5
Production de surconcentrés de fer	5
Flottabilité du quartz dans le minerai de fer	5
Détermination du degré de broyage du fer pulvérisé	5
Enrichissement du minerai de fer de Peace River	5
Floculation sélective des minéraux sulfureux	5
Recherches sur les minéraux industriels, les céramiques et les matériaux de construction	5
Développement de la technologie industrielle des minéraux	5
Propriétés et utilisation des matières premières de la céramique	6
Études de la qualité et de la fabrication de matériaux de construction d'origine minérale	6
Études de la récupération et de l'utilisation des déchets de matériaux minéraux	7
Applications de la métallurgie chimique aux minerais métalliques	7
Hydrométallurgie de minerais de sulfure à basse teneur en zinc, plomb, cuivre	7
Études cinétiques du lessivage du cuivre dans une solution acide de chlorure ferrique	8
Études cinétiques du lessivage du zinc dans des solutions de chlorure ferrique	8
Électrodissolution des sulfures de métal	8
Séparation par extraction au solvant du cuivre, du nickel, du zinc et du cobalt d'une solution ammoniacale	9
Applications de la précipitation de jarosite	9
Extraction du zinc par procédé électrochimique	9
Dissolution électrolytique des sulfures	9
Études sur les complexes de métaux en solution	11
Études fondamentales sur les réactifs d'extraction de solvant	11
Recherches sur la corrosion	11
Usure par corrosion des boulets de broyage d'acier	11
Revêtements de chrome sans craquelures	12
Études minéralogiques des gisements de minerai	12
Propriétés des minéraux	13
Cristallographie	13
Propriétés physiques	13
Propriétés de surface	13
Méthodes analytiques et matériaux de référence	14
Programme canadien de matériaux de référence certifiés	14
Méthodes normalisées d'échantillonnage et d'analyse chimique	14
Recherches sur les techniques d'analyse	15
Technique de contrôle du traitement des minéraux	15
Analyse d'absorption atomique	16

Page

TECHNOLOGIE DES MÉTAUX 17

Utilisation des métaux et des alliages 17
Alliages pour usage dans l'Arctique 17
Aciers 17
Alliages non ferreux 18
Traitement des métaux et des alliages 18
Techniques de fusion, de moulage et de fonderie 18
Soudure 18
Galvanisation 19
Formage du métal 19
Extraction de particules des gaz chauds 19

RECHERCHES SUR L'ÉNERGIE 20

Combustibles fossiles 20
Raffinage du bitume et du pétrole brut 20
Étude des caractéristiques des combustibles de substitution 20
Utilisation efficace des combustibles fossiles 21
Efficacité du carburant pour automobile 21
Amélioration du brûleur de chauffage domestique 21
Guide de combustion des combustibles canadiens 21
Potentiel houiller 21
Enrichissement du charbon 22
Utilisation du charbon 23
Combustion des lignites à haute teneur en cendres 24
Gazéification du charbon 24
Technique de la boue charbon-pétrole 24
Utilisation du charbon de basse qualité dans les procédés de réduction métallurgique 25
Utilisation du charbon dans le procédé de réduction en four électrique à cuve 25
Métaux et alliages utilisés dans la fabrication de pipe-lines de transport de carburant 25
Traitement de l'uranium 26
Analyse chimique 26
Recherches minéralogiques 27

AMÉLIORATION ÉCOLOGIQUE 27

Contrôle des effluents du traitement hydrométallurgique 27
Identification des substances polluantes de l'air et de l'eau 28
Contamination de l'eau par les résidus 28
Détermination du quartz dans les poussières, par spectroscopie infrarouge 28
Dispersion et élimination des effluents dans l'atmosphère 28
Recherches sur la dispersion des fumées 28
Prévention de la pollution 29
Récupération d'énergie et de matériaux utilisables 29

INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE 29

DIVISION DES SERVICES TECHNIQUES 30

ANNEXE A. PERSONNEL PROFESSIONNEL 32

ANNEXE B. REPRÉSENTATION AUX COMITÉS TECHNIQUES 42

TECHNIQUE MINIÈRE

Dans le cadre de la réorganisation de la Direction des mines, le Centre de recherche minière (CRM) est devenu à la fin de 1974, les Laboratoires de recherche minière. Comme antérieurement, les travaux ont porté en 1973 et 1974 sur l'amélioration de la sécurité, de l'environnement et des méthodes d'exploitation. L'organisation comprend le Laboratoire canadien de recherche sur les explosifs (LCRE) et le Laboratoire de la mécanique des roches à Ottawa, un bureau du Laboratoire de la mécanique des roches à Québec, le Laboratoire d'Elliot Lake (Ont.) et le Bureau de l'Ouest à Calgary. Les principales recherches ont porté sur l'environnement minier, le contrôle des terrains, la conception de systèmes techniques, la rupture des roches et les explosifs. Les projets sont choisis en fonction de leur potentiel bénéfique pour l'industrie minière canadienne et peuvent être effectués entièrement par les Laboratoires de recherche minière ou en coopération avec des sociétés d'exploitation ou des universités.

Le programme est axé sur une progression économique, la protection de la santé et le bien-être du mineur. Le Centre de recherche minière a assumé au cours des années un rôle de premier plan dans l'introduction d'innovations techniques et dans l'étude des problèmes dès les premières phases de leur développement.

Les Laboratoires canadiens de recherche sur les atmosphères explosives du Centre de recherche sur les combustibles poursuit l'étude des moteurs diesel et de l'appareillage électrique pouvant être utilisés dans des atmosphères susceptibles de présenter des dangers d'explosion.

Recherches écologiques

Les divers travaux visant à améliorer l'environnement comprennent l'étude des divers aspects de la poussière, du gaz radon et du bruit dans les mines et les usines. La combustion spontanée, le drainage du méthane dans les houillères et la restauration végétale font aussi partie des sujets étudiés. Une meilleure connaissance des causes de la formation de la poussière, du gaz radon et du bruit dans les mines permettra d'améliorer les techniques de prévention.

Poussière. Les scientifiques ont poursuivi les travaux à long terme vers la conception d'un système uniforme de mesure de la poussière pour l'ensemble des mines canadiennes. Un compteur gravimétrique individuel, branché sur la batterie de la lampe et fixé au casque du mineur, permet de mesurer aux rayons X le volume de poussière. L'appareil a fait l'objet de tests en milieux miniers et usiniers, notamment au cours de travaux de forage, de remblayage hydraulique, de chargement, etc.

Radiation. On a étudié le gaz radon dans diverses mines d'uranium et comparé les méthodes de ventilation à celles de mines françaises. Les méthodes de mesure du gaz radon et de ces dérivés ont été améliorées. On a aussi établi que la majorité du gaz était libérée lors des travaux de manutention des roches. Grâce à ces études, on pourra renforcer les contrôles dans les zones à hauts niveaux de concentration des gaz nocifs.

Bruit. Les recherches sont poursuivies sur l'origine et le niveau du bruit dans les mines et les usines. On a testé des dosimètres commerciaux et appareils d'enregistrement et mis au point une nouvelle méthode graphique de mesure du bruit.

Combustion spontanée. Dans les charbonnages de l'Ouest, de graves accidents dus à des explosions de gaz, des éboulements et des incendies ont causé des pertes humaines et créé de sérieux problèmes d'exploitation. Des études en cours portent sur les processus fondamentaux de combustion spontanée du charbon. On a étudié le drainage du méthane à l'aide de mesures de pression de la fluidité du gaz, de la résistance, de la perméabilité et de la porosité du charbon dans des conditions d'éboulements. A l'aide d'ordinateur, on a entrepris une planification des contrôles du milieu, afin d'assurer une plus grande sécurité aux mineurs.

Restauration végétale. En 1974, les contrats d'études de la restauration végétale sur les haldes et les stériles résiduels ont atteint $150 000. Ces recherches font partie du Projet d'étude des pentes de mine décrit à la section suivante.

Contrôle du sol—amélioration des avantages économiques et de la sécurité

Les études sur le contrôle des terrains ont pour but d'établir des critères de plans rationnels d'aménagement des mines et d'amélioration des méthodes d'exploitation minière. On s'efforce d'atteindre une production maximale tout en réduisant les risques d'éboulements et d'importants effondrements des toits et des parois. Ces travaux comprennent l'étude de la structure des pentes de mines à ciel ouvert et des problèmes de contrôle du sol reliés à la conversion d'une mine à ciel ouvert en une exploitation souterraine; l'étude des techniques d'exploitation par remblayage de terre et par remblayage de sable; et l'étude et le contrôle du mouvement des strates, y compris les affaissements dans les houillères.

Une importante étude du Programme de recherche minérale est le Projet collectif quinquennal d'étude des pentes en cours depuis 3 ans. Les études sont en collaboration avec le gouvernement fédéral, l'industrie et les universités. En 1974, des contrats d'un total de $600 000 ont été attribués pour l'étude des domaines suivants: l'hydrologie souterraine, le dynamitage périphérique, la géologie structurale, la restauration végé-

tale, le contrôle du mouvement des roches, l'aménagement, le soutènement et l'aménagement des haldes. A la fin du projet, un manuel technique d'aménagement des pentes de mines à ciel ouvert sera à la disposition des ingénieurs. Plus de 70 % du minerai métallique canadien provient de mines à ciel ouvert. L'amélioration de l'aménagement des excavations, dont l'aménagement de pentes plus abruptes aux mêmes normes de sécurité, pourrait réduire considérablement les coûts d'exploitation.

A une profondeur maximale d'exploitation des mines à ciel ouvert, il est souvent possible de poursuivre par voie souterraine. Les problèmes de cette conversion ont fait l'objet d'une étude commencée en 1974. Des modèles réduits permettent d'étudier la redistribution des tensions et la déformation élastique causée par la coupe d'un gradin sous les pentes de l'excavation et par l'extraction de la partie supérieure du pilier. Des travaux en coopération avec une société minière ont comporté la mesure des mouvements du toit de la mine à l'aide d'un théodolite au laser et de jalons-mire à prisme dans une zone où les gradins sont taillés au niveau du fond de la mine. On a procédé à l'étude des propriétés physiques d'échantillons de roche, des diaclases et des caractéristiques de dislocation des fractures. La société utilise désormais les données de ces études dans l'aménagement des pentes près du fond de la mine.

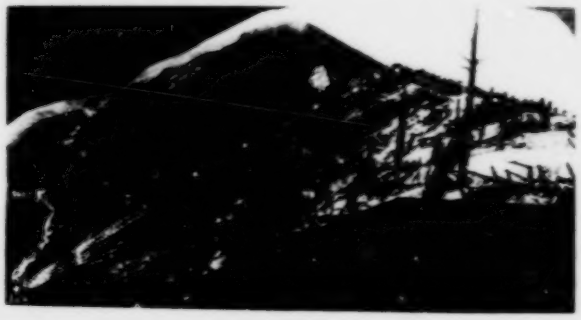

Figure 2. Configuration topographique à une exploitation de charbon par abattage hydraulique.

En 1972, on extrayait environ 37 % du minerai de mines souterraines canadiennes par les méthodes de sous-cavage et de remblayage ou d'excavation et de remblayage. La technique d'exploitation par chambres et piliers est cependant la méthode courante d'extraction de minéraux comme le sel, la potasse et le charbon. Dans les mines de minéraux métalliques et non métalliques, la récupération du pilier est une opération majeure exigeant un contrôle sévère et des techniques extrêmement précises.

A une mine, on a apporté une modification à la technique conventionnelle d'extraction par sous-cavage et remblayage en suspendant les structures boisées de soutien du toit à l'aide de boulons fixés dans la couronne supérieure du pilier. Les mesures effectuées par le Centre de recherche minière sur la charge supportée par les boulons dans ce système ont permis de connaître le mécanisme du transfert de répartition des charges entre les boulons et les parois.

A une autre mine, on a utilisé le système d'étayage comme pilier, supprimant ainsi la récupération de ce soutien. Au cours des opérations on a mesuré la tension, la déformation du pilier et la pression du remblai.

Le Laboratoire d'Elliot Lake prépare un guide pour les systèmes de distribution du remblai et la préparation des usines. On a effectué des expériences permettant de déterminer les facteurs de friction de forages verticaux et de mesurer sur place les taux d'infiltration. On a achevé une étude en laboratoire des propriétés de remblayage cimenté.

Les problèmes de contrôle des strates dans l'exploitation par chambres et piliers peuvent conduire à l'abandon d'un massif de charbon. Le personnel du Bureau de l'Ouest a installé un système général permettant le contrôle de la déformation du toit, du sol et du pilier et a recueilli de multiples données en vue d'analyses. Ces techniciens ont entrepris l'étude d'un affaissement d'une zone de mine de charbon exploitée par techniques hydrauliques et ont foré 5 trous pour analyser le mouvement des strates.

En collaboration avec la Commission géologique de l'Allemagne de l'Ouest, on a procédé à des expériences sur place dans le cadre d'une importante étude des tensions du sol dans les mines pouvant atteindre jusqu'à 7 000 pieds de profondeur.

Création de systèmes—vers l'automatisation

On peut définir un système comme un ensemble d'éléments à interactions spécifiques pour réaliser un objectif commun. Les systèmes techniques comprennent la conception, la planification, la création d'un plan et la technicité d'un système vers une automatisation optimale. Les travaux décrits aux présentes correspondent en général à ces définitions.

La recherche sur l'automatisation d'une foreuse au diamant de laboratoire a été effectuée à l'aide d'un ordinateur semblable à celui utilisé pour les méthodes de contrôle. On poursuit les travaux sur la mise au point d'une méthode de contrôle et de dispositifs de contrôle automatique d'un trépan; un certain nombre de dispositifs ont été réalisés et essayés avec succès sur une machine. Les contrats d'études dans le domaine du forage au diamant ont atteint $108 000 pour les années 1973-74 et 1974-75. Ces travaux comprenaient une étude de la déviation d'un forage, une étude de prélèvement d'échantillons et la création d'un prototype de véhicule de transport à chenilles pour une foreuse légère.

A la suite d'une série d'études effectuées en 1973, on a établi des programmes pour ordinateur afin de déterminer l'ordre idéal de dynamitage et le meilleur déploiement du matériel de charge et de transport dans une mine en exploitation. Des études de définition de critères techniques et économiques de rentabilité des charbons de qualité thermique de la Saskatchewan et de l'Alberta ont été effectuées. On prépare des programmes d'ordinateur pour l'aménagement des pentes et la sélection de techniques d'extraction des lignites de la Saskatchewan.

Dans l'Ouest du Canada, l'exploitation de la houille est limitée aux sections des couches accessibles par galerie. Mais, la majorité des réserves de houille repose en épaisses couches à fort pendage pour lesquelles il n'existe aucun système d'exploitation adéquat. En 1974, les ingénieurs du Centre de recherche minière se sont rendus en France pour étudier les méthodes utilisées dans l'exploitation de ce type de couches à fort pendage. Ils ont aussi étudié les techniques d'extraction sur un court front de taille utilisées en Australie.

Recherches scientifiques connexes

Les Laboratoires canadiens de recherche sur les explosifs ont effectué les calculs théoriques de la détonation et des propriétés du TNT, du PETN et du NG. Ils ont tenté de déterminer la sensibilité de l'ANFO à l'aide d'expériences de combustion à grande échelle en Alberta. En même temps les Laboratoires canadiens de recherche sur les explosifs poursuivaient l'étude d'explosifs, de pièces pyrotechniques et de produits dangereux signalés par l'inspecteur en chef des explosifs du gouvernement fédéral. La mise au point du système de programmes du Centre de recherche minière pour l'analyse d'éléments de finis s'est poursuivie.

Le programme permanent d'estimation des réserves d'uranium des mines canadiennes est destiné à fournir des données sur la planification de la mise en valeur et de l'utilisation ordonnées des minerais d'uranium au Canada.

Les méthodes les plus récentes et les innovations en techniques minières font l'objet d'études et de rapports spéciaux.

Contrôle et homologation d'équipements d'exploitation souterraine. Le Laboratoire canadien de recherche sur les atmosphères explosives a contrôlé et homologué un certain nombre de moteurs diesel et d'appareillage électrique destinés aux mines de charbon où la présence de méthane constitue un danger d'explosion. On procède aussi à l'homologation de machines diesel pour les mines sans émanation de gaz. Dans ce cas, les recherches sont centrées sur les effets des gaz d'échappement sur l'atmosphère de la mine. Les systèmes d'éclairage antiexplosion des mines, les convoyeurs automatiques et les câbles ininflammables ont aussi fait l'objet d'homologation.

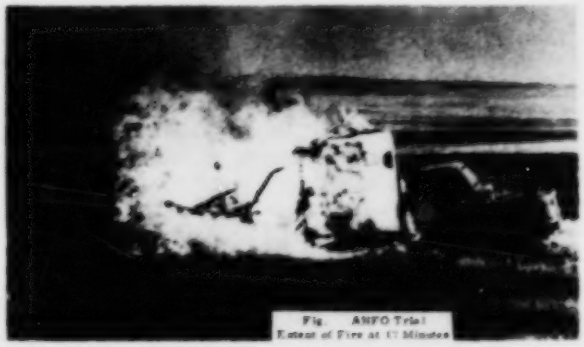

Figure 3. Essais de combustion de l'ANFO, à Suffield.

Les risques d'une utilisation de hauts voltages (1 100V) dans les mines de charbon ont incité à l'étude des possibilités de projection d'étincelles lors de l'explosion d'un mélange de gaz et d'air dans les appareils électriques ininflammables. Les travaux ont démontré que l'équipement conçu pour 1 100V serait probablement isolé de ce phénomène mais que les appareils à 2 000V devraient être plus espacés que les appareils électriques traditionnels.

Les Laboratoires canadiens de recherche sur les atmosphères explosives ont organisé un programme commun de recherches avec l'Association minière de l'Ontario et des sociétés privées pour l'étude du problème de l'émission de gaz d'échappement de moteurs diesel dans les mines souterraines. La majorité de ces travaux était consacrée au danger des particules contenues dans les gaz d'échappement des moteurs diesel. On a découvert que 100 % de ces particules peuvent être absorbées et sont peut-être les éléments les plus toxiques des gaz d'échappement des moteurs diesel, avec l'oxyde nitrique. On a établi que l'utilisation de catalyseurs ne réduit pas la production de particules de carbone, mais que ces épurateurs ont un effet de stockage et libèrent les particules de carbone «accumulées», lors d'un travail à pleine charge et à pleine vitesse. On pourrait tirer partie de ce phénomène en augmentant la ventilation dans les endroits où les machines travaillent à plein rendement et à pleine vitesse.

On étudie aussi les modifications du volume des gaz d'échappement d'un moteur diesel résultant des reconditionnements répétés. Comme le cycle de charge se répercute sur le volume de gaz d'échappement, on a réalisé un système d'enregistrement du cycle de charge pour déterminer les données relatives à chaque cycle d'extraction.

La participation du personnel des Laboratoires canadiens de recherche sur les atmosphères explosives aux comités canadiens et internationaux d'établissement de normes pour les équipements électriques dans les atmosphères explosives, s'est doublée de projets de recherches tels que *Ignition of Explosive Mixtures by Smouldering*

Coal Dust on Electronic Components, The Dangers of Induced Spark-Over Currents to Ground from Steel Frames of Mining Machines, Impact Tests on Transparent Parts of Flameproof Enclosures, etc. La participation des Laboratoires à l'établissement de normes et leurs programmes de recherche ont permis d'établir des normes sûres et pratiques et de fournir des services d'homologation adéquats.

TECHNOLOGIE MINÉRALE

Dans le domaine de la technologie minérale, les travaux de CANMET ont pour but d'améliorer l'enrichissement du minerai, l'extraction et la production de métaux, le traitement des minéraux industriels et de déterminer les propriétés et l'utilisation des minéraux et de matériaux connexes. Les divers aspects du programme ont été étudiés par la Division du traitement des minéraux, la Division de la métallurgie extractive, la Division des sciences minérales et le Centre de recherche en énergie et en réduction des métaux.

Développement de la technique des procédés de concentration nouveaux et améliorés

Enrichissement des minerais complexes de métaux communs. On a poursuivi les recherches sur un minerai complexe du Nouveau-Brunswick à teneur de plomb, de zinc, de tungstène, de molybdène, de bismuth, d'étain et de fluor. Pour simplifier l'estimation des divers procédés étudiés sur ce minerai, on a extrait seulement les métaux de plus grande importance économique, tungstène, molybdène et bismuth.

On a réalisé un programme comprenant une concentration par gravité ainsi qu'une flottation dont les résultats, confirmés par des études dans une usine pilote, ont donné les rendements suivants: tungstène 75 à 80 %, molybdène 85 à 90 % et bismuth 75 %. Un procédé autre que celui de la flottation a été mis au point et les résultats seront comparés au cours d'autres études en usine pilote.

Un minerai à grains fins de cuivre, de plomb et de zinc de la région de Bathurst (N.-B.) a fait l'objet d'études en laboratoire et en usine pilote. On a étudié les méthodes de flottation sélective et non sélective (globales) afin de déterminer si la combinaison de la flottation et de l'hydrométallurgie serait économiquement rentable pour le traitement de ce minerai complexe. On a étudié un minerai de Cuba de plomb et de zinc à grains extrêmement fins, dans lequel la séparation de métaux communs de la pyrite s'effectue à 13 microns d'intervalle.

Traitement des minerais de métaux précieux. Un échantillon de minerai d'or découvert récemment dans la nouvelle zone aurifère de la région de Red Lake (Ont.) a fait l'objet de l'étude. La plupart des minerais aurifères de cette région sont réfractaires et exigent un traitement de grillage pour une récupération élevée par cyanuration des sulfures. Cependant, ce minerai était de l'or libre récupéré à plus de 50 % après amalgame d'un concentré lavé, le reste étant extrait par cyanuration. Ce procédé relativement simple permettait un rendement de 98 %.

Les minerais aurifères carboneux à teneur de graphite actif qui précipite l'or sont considérés comme les minerais les plus réfractaires. En général, l'industrie minière ne s'intéresse pas aux zones de minerai contenant du graphite. On a mis au point un procédé utilisant la flottation pour extraire le graphite et produire un contentré de pyrite et d'or, où ce dernier est prélevé par cyanuration. La récupération d'or atteignait 85 % après cyanuration du concentré de pyrite et d'or et 93 % après grillage.

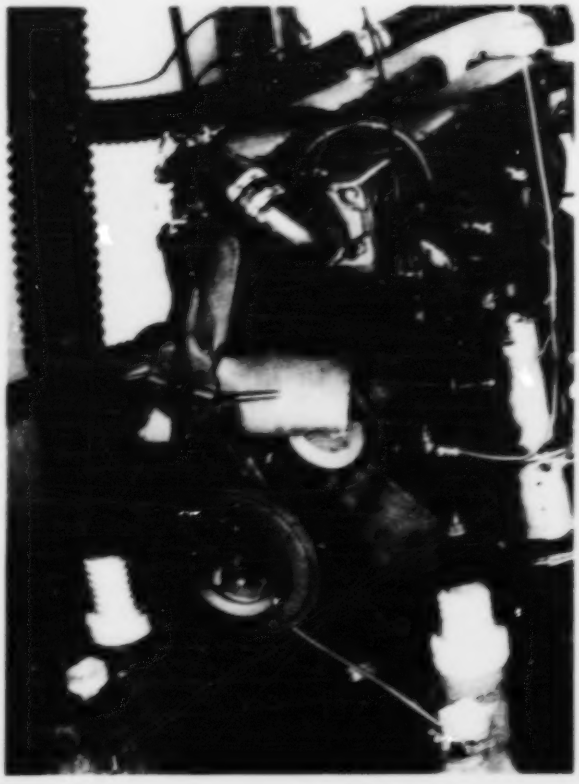

Figure 4. Bloc moteur diesel installé sur un banc d'essai au LCRAE de CANMET.

Le procédé de concentration par gravité a permis de déterminer le pourcentage d'or et de platine d'un échantillon de 100 tonnes de graviers alluviaux de la région de la rivière Tulameen (C.-B.). Après traitement à l'usine pilote, le platine et l'or ont été extraits et pesés et l'on a procédé au titrage des résidus. Une analyse très poussée des échantillons a révélé que la teneur en métal précieux des graviers de Tulameen n'était pas rentable.

On a conçu une méthode de réduction de l'arsenic et du cobalt des concentrés d'argent obtenus par gravité et flottation dans la zone de Cobalt.

Flottation du nickel de résidus d'amiante. Une étude des effets de la flottation sur les sulfures de nickel de résidus d'amiante anciens et récents a montré que la différence pouvait être causée par la ternissure des sulfures dans les résidus anciens. La flottation maximale des sulfures dans les résidus anciens et récents exigeait l'extraction de la plus grande partie de la fibre par élimination de la boue par acide acétique et triage des résidus. La réaction à la flottation des sulfures des résidus ne s'est produite qu'à partir de surfaces fraîches obtenues par broyage ou traitement à l'acide.

Production de surconcentrés de fer. Des surconcentrés de fer convenant à la fabrication de fer pulvérisé contenant moins de 0,2 % de SiO_2 ont été obtenus à partir des produits commerciaux enrichis par concentrateurs à spirale de la région du synclinal du Labrador. On a utilisé les procédés de broyage, de séparation magnétique à haute intensité et de flottation de la silice. Les diverses réactions du quartz à la flottation ont présenté certaines difficultés qui ont été résolues par modification des réactifs de flottation. Toutefois, la cause des différentes réactions à la flottation n'a pas été déterminée.

Flottabilité du quartz dans le minerai de fer. L'étude de la faible réaction à la flottation du quartz dans certains échantillons de minerai de fer a révélé que les minerais à faible réaction à la flottation contenaient un grand nombre de particules mixtes de quartz et d'hématite ainsi qu'un nombre considérable de particules de quartz libre, dont les surfaces rugueuses étaient composées d'agglomérats de fins quartz microcristallins. La réaction était normale pour le quartz à surface lisse et contenant relativement peu d'inclusions. Les différences entre les 2 types d'échantillons semblent être dues au degré d'altération des formations de fer.

Une méthode simple et rapide consistant à soumettre l'échantillon à l'action d'un séparateur magnétique à haute intensité par voie humide permet de déterminer les possibilités de traitement du minerai. Ce procédé fournit des concentrés dont le taux est semblable à ceux obtenus par un long test de flottation actuellement utilisé par l'industrie pour estimer les réserves de minerai.

Détermination du degré de broyage du fer pulvérisé. La formule Bond utilisée généralement pour déterminer le degré de broyage n'est pas considérée comme une méthode sûre en raison du temps de pulvérisation du fer par broyeur conventionnel. Une technique basée sur le temps nécessaire à l'obtention d'une réduction de dimension a été mise au point pour comparer les divers degrés de broyage des différentes poudres. Le broyeur à boulets vibrants s'est révélé plus efficace que les équipements de broyage traditionnels.

Enrichissement du minerai de fer de Peace River. On a procédé à l'étude de méthodes visant à améliorer le minerai de fer à faible teneur de Peace River, au nord de l'Alberta. Ce minerai de structure oolithique est généralement difficile à traiter par les méthodes d'enrichissement normales. On espère réduire le pourcentage de silice pour que le minerai soit rentable. Cinq techniques de traitement à l'étude comprennent: la flottation de la silice, la floculation sélective des boues de fer suivie de l'élimination des boues de silice par décantation, la concentration par gravité, la concentration magnétique à haute intensité et le grillage de réduction suivi d'une concentration magnétique.

Les résultats préliminaires montrent que le contenu insoluble peut être abaissé de 23 à 16 % par flottation, concentration par gravité et concentration magnétique à haute intensité, mais les rendements atteignent seulement 50 %. Le grillage de réduction suivi d'une concentration magnétique donne un meilleur rendement, mais le prix de revient est plus élevé.

Floculation sélective des minéraux sulfureux. On a entrepris une étude sur la floculation sélective des minéraux sulfureux à poids moléculaire élevé, les polyacrylamides. On a démontré à partir d'une série de polyacrylamides à poids moléculaires et caractéristiques ioniques différents, que les boues de sphalérite peuvent être floculées sélectivement et séparées des boues de galène en contrôlant la quantité de réactifs. Il reste à étudier les autres minéraux et à établir les conditions pour obtenir un rendement satisfaisant de ce procédé.

Recherches sur les minéraux industriels, les céramiques et les matériaux de construction

Développement de la technologie industrielle des minéraux. On a poursuivi les études sur la flottabilité des minéraux non métalliques et publié un troisième rapport technique de la série avec 10 minéraux complémentaires. On a conçu une monographie sur le triage électronique et préparé un chapitre sur le triage pour le *AIME Guide*.

Le projet achevé sur le séchage par rayonnement des minéraux industriels a fait l'objet d'un rapport technique. On a établi des données sur la classification des fines particules par flottation à l'air, le volume d'air des cellules de flottaison et les possibilités des nouveaux appareils. Dans un programme, on a établi des données de comparaison des divers degrés de broyage de matériaux non métalliques.

La société *Tantalum Mining Corporation of Canada* a reçu une assistance technique au cours de ses travaux à l'usine pilote de Bernic Lake (Man.) pour la réalisation d'un procédé de récupération du spodumène et de

l'amblygonite, créé à la Direction des mines. On a publié les rapports définitifs sur la fluorine-barytine de Nouvelle-Écosse, les roches phosphatées de Colombie-Britannique, la barytine de Terre-Neuve, le spodumène et le graphite du Québec. Le talc de Colombie-Britannique, la magnésite et le feldspath du Québec, et les sables quartzeux de l'Alberta ont fait l'objet de programmes d'amélioration des procédés de traitement. Le programme expérimental sur la marne de la Saskatchewan et le talc de l'Ontario s'est poursuivi.

Propriétés et utilisation des matières premières de la céramique. Les données recueillies au cours d'études des techniques de traitement des argiles et schistes canadiens ont permis de résoudre des problèmes de traitement rencontrés par les industries de produits d'argile et de poterie de l'Est et de l'Ouest du Canada. A noter la mise en valeur d'un dépôt près de Saint-Apollinaire (Québec) et l'utilisation du matériau à la fabrication de tuyaux d'égout et de canalisations.

Une technique cryochimique a été mise au point pour la préparation de zircone très pure et partiellement stabilisée. On a conçu des techniques de traitement de ce matériau en éléments denses, à la propriété de résistance aux chocs thermiques, pour servir d'électrolyte conducteur d'ions dans une sonde à oxygène utilisée dans la fabrication de l'acier. Les propriétés physiques et électriques de ces éléments sont nettement supérieures à celles des matériaux utilisés en sidérurgie.

Des matériaux diélectriques utilisés dans les techniques de micro-ondes ont été formés à partir de composés de titanate de baryum. Des techniques de préparation de matières premières pures selon des procédés chimiques par voie humide ont été mises au point, outre des paramètres optimaux de frittage et de fabrication. On a préparé des éléments denses de tétratitanate de baryum aux propriétés désirables, ou presque. Un composé proche, plus prometteur, le $Ba_2 Ti_9 O_{20}$, n'a pu être préparé en une seule phase, le tétratitanate ayant tendance à se former à sa place.

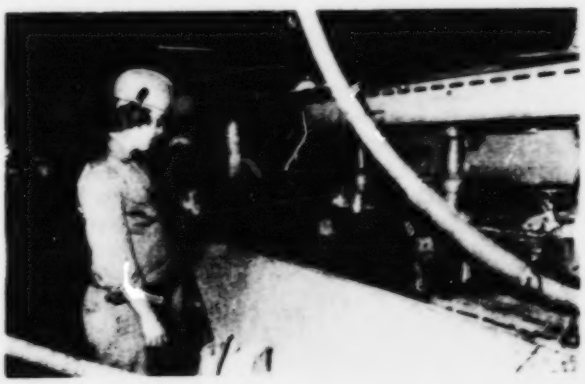

Figure 5. Séparation par flottation de la wolframite d'un minerai complexe du Nouveau-Brunswick, à l'usine pilote de CANMET.

On a résolu les problèmes de mesure de la conductivité thermique des micas et de fabrication de spécimens adéquats. On prévoit que les données concernant les minéraux permettront le calcul de la conductivité thermique des roches naturelles.

Des calculs de thermodynamique ont révélé que des gains d'énergie de 5,5 % pourront être obtenus par substitution du diopside par une quantité équivalente de matériaux conventionnels comme le $CaCO_3$, le $MgCO_3$ et le SiO_2, dans un mélange typique de fibre de verre. Les effets d'une telle substitution sur la fusion et la cuisson font actuellement l'objet d'études en laboratoire.

On a procédé à l'installation d'un équipement permettant d'étudier l'effet des basses températures hivernales sur la résistance du béton.

En collaboration avec un industriel, on étudie la récupération de la chaleur des gaz d'échappement de températures très élevées émis lors de la production d'agrégat léger. On a estimé une réduction possible de 40 % de la consommation de carburant. On a construit un four et mis à l'étude un dispositif permettant de déplacer les objets à l'intérieur.

Études de la qualité et de la fabrication de matériaux de construction d'origine minérale. Plusieurs études ont porté sur la détermination qualitative de certains matériaux de construction comme le granite «La Casse» de Beebe (Québec), le granite rose de la région de Fort Chippewyan du nord de l'Alberta et le mica de Siscoe de la région du lac Létondal (Québec). On a étudié la possibilité d'utiliser plusieurs agrégats du sud de l'Ontario dans la fabrication du béton.

Des travaux ont été entrepris pour déterminer les propriétés et les limites du béton «non fin» en vue de son utilisation au Canada. Le béton non fin ne comporte pas d'agrégats. Les études ont montré qu'il a des propriétés mécaniques satisfaisantes mais qu'il serait peut-être nécessaire de modifier les dosages pour améliorer sa résistance au gel et au dégel. Ne contenant pas de sable, il faut beaucoup moins de ciment par verge cube, ce qui permet de réaliser une économie sur le matériau et des coûts de transport, en particulier vers les régions nordiques.

La technique d'infiltration au soufre a permis de produire un nouveau type de béton à haute résistance à partir d'un béton pauvre à faible résistance, composé de ciment Portland vieux de 2 jours. Le procédé consiste à faire sécher du béton frais pendant 24 heures à 250 °F, et à le plonger dans du soufre en fusion, parfois sous vide, pendant des périodes pouvant aller jusqu'à 4 heures. Les tests ont montré que le traitement au soufre améliorait les propriétés du béton et lui donne une résistance à la compression jusqu'à 15 000 psi au lieu de 1 500 psi pour le béton séché. Quant à la résistance au pliage, elle était 10 fois supérieure pour les spécimens traités au soufre. On poursuit les recherches pour

obtenir de plus amples données sur la résistance au gel et au dégel et aux matières corrosives.

Études de la récupération et de l'utilisation des déchets de matériaux minéraux. La flottation de la cendre volante a révélé que le pourcentage de carbone peut être facilement séparé des silicates insolubles. Des concentrés de flottation à 85 % de carbone ont été obtenus avec une récupération de plus de 90 % à partir de cendre volante d'usines de traitement des sables bitumineux de l'Athabasca. Combinée avec un procédé pyrométallurgique, cette méthode pourrait permettre de récupérer le nickel et le vanadium contenus dans la cendre volante. Deux autres applications de la technique de flottation ont été appliquées avec succès sur de la cendre volante d'une centrale de l'Hydro-Ontario et sur des résidus du haut fourneau Dofasco. On a étudié la rentabilité de l'utilisation d'agrégats de béton brisé pour la fabrication de matériaux nouveaux. Des vieux cylindres d'épreuve ont servi à la préparation d'agrégats de diverses tailles pour la fabrication du béton. Les études préliminaires ont démontré que les agrégats de récupération pouvaient être utilisés dans la fabrication du béton, mais que ces matériaux avaient des propriétés mécaniques différentes.

Le laboratoire a examiné la possibilité d'utiliser divers types de résidus comme matières premières destinées à des applications diverses. Des déchets de Shawville (Québec) ont été transformés en briques de construction à l'aide d'un liant de lignosulphonate de calcium, avec compression à sec et cuisson à 1 200 °C. On a fabriqué des briques de construction de très haute qualité à partir de laitiers de silicate dicalcium de Haley Station (Ont.). Cependant, après une étude économique, cet aggloméré cuit par un procédé complexe en autoclave ne pourrait être compétitif avec la brique traditionnelle de sable et de chaux. On a étudié l'emploi de ciment Portland et de chaux comme liants d'agglomération de déchets siliceux pour la fabrication de briques en autoclave.

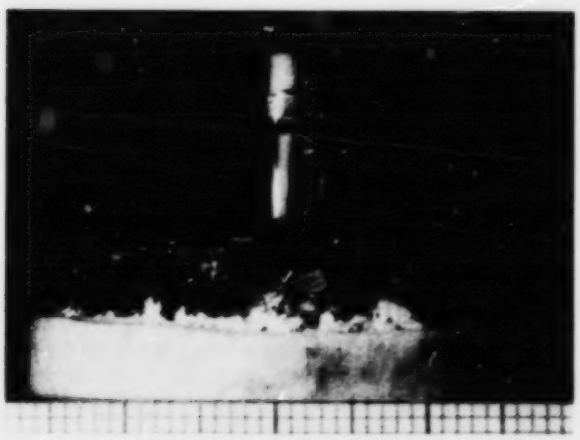

Figure 6. Électrode au zircone à l'extrémité d'une sonde à oxygène (échelle: 1 div équivaut à 1 mm).

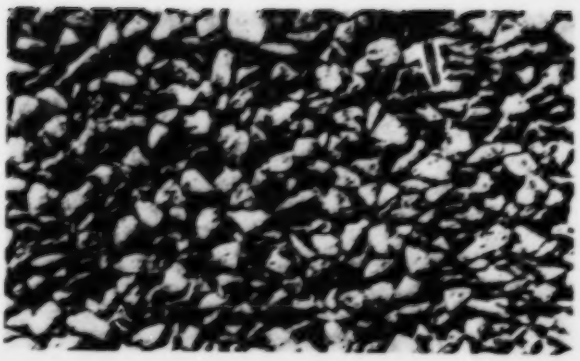

Figure 7. Aspect du béton sans fines.

On a examiné la possibilité d'utiliser des résidus de traitement de Sorel (Québec) comme agrégats de fabrication du béton et d'asphalte. Les résultats ont montré que leur poids relativement lourd et leurs trop grosses dimensions empêcheraient une utilisation généralisée. On a étudié l'emploi de déchets grossiers de roche de Shawville (Québec) et de Marmora (Ont.) comme agrégats de béton.

On a testé la valeur d'utilisation en agriculture du poussier de four à ciment comme neutralisant des sols acides et comme élément nutritif potassique. A la suite de l'étude, Agriculture Canada a indiqué que le poussier pouvait être employé à cette fin mais que sa faible valeur ne justifiait pas le long trajet d'une expédition. On a produit du coton minéral, à partir d'un mélange de résidus d'amiante des Cantons de l'Est (Québec) et de sables siliceux, par cuisson à 1 550 °C et flottation à l'air. On a obtenu «un bouton d'essai» contenant du fer et environ 4 % de nickel. Une étude économique préliminaire avait indiqué la viabilité du procédé.

Des boues de résidus d'une fabrique de papier fin, composées à sec de 60 % de fibres acides et 40 % d'argile de remplissage, peuvent avoir un potentiel élevé dans la fabrication du papier, à condition que les 2 composants puissent être séparés économiquement. Des travaux sur des échantillons ont montré la possibilité d'obtenir une séparation partielle, mais acceptable, des 2 éléments par floculation différentielle. On a obtenu 2 produits, un mélange à 80 % de fibre et 20 % d'argile et l'autre à 20 % de fibre et 80 % d'argile.

Applications de la métallurgie chimique aux minerais métalliques

Hydrométallurgie de minerais de sulfure à basse teneur en zinc, plomb, cuivre. On a entrepris des études hydrométallurgiques pour la mise au point d'une technique de traitement des minerais complexes de sulfure Zn-Pb-Cu, du Nord-Est du Nouveau-Brunswick. Pour de tels minerais, la technique du lessivage permettrait d'accroître la récupération de métal qui actuellement ne dépasse pas 70 %, même si le concentré brut était à teneur intermédiaire. Ce projet a une valeur directe

pour l'économie de cette région défavorisée du Nouveau-Brunswick, bien que supposée détenir un potentiel de zinc les plus riches au Canada.

Au cours d'une étude, des essais de filtrage et de lessivage ont été effectués au moyen de solutions de chlorure ferrique sur du minerai de taille inférieure à ¼ po + 100. Le chlorure ferrique a dissout 100 % du zinc, 75 % du plomb et très peu de cuivre. Les résultats ont démontré que les taux de dissolution du plomb et du zinc augmentaient en proportion avec la vitesse de lavages utilisée dans les systèmes commerciaux de filtrage et de lessivage, mais que ces pourcentages diminuaient considérablement lorsqu'une quantité importante de métal avait été extraite par lessivage. Des travaux en cours permettront de déterminer l'effet de concentration d'acide chlorhydrique sur les taux d'extraction par le procédé au chlorure ferrique. Outre ces études, on poursuit les expériences permettant de déterminer la réaction du minerai à des solutions de sulfate ferrique acide dans des conditions de filtrage et de lessivage.

Au cours d'un autre programme de recherches, on a étudié le filtrage et le lessivage de chalcopyrites broyées ($CuFeS_2$) au moyen de solutions d'hydrate d'ammonium et de carbonate d'ammonium. L'emploi de solutions ammoniacales pour le lessivage de minerais à basse teneur en cuivre semble prometteur pour les minerais mixtes de sulfure et d'oxyde et pour les minerais contenant de grandes quantités de gangue absorbant l'acide. Comme ces solutions ne dissolvent pas le fer, on pourrait les utiliser aussi pour le lessivage de minerais riches en fer soluble dans l'acide et ainsi éviter de sérieux problèmes de traitement. Des expériences préliminaires à l'aide d'une solution contenant du 1M NH_3 comme hydroxyde et du 1M NH_3 comme carbonate ont indiqué que la cinétique du lessivage est essentiellement linéaire et que le taux de lessivage du cuivre ne dépend pratiquement pas de la proportion d'hydroxyde et de carbonate, à condition que le pourcentage total de NH_3 soit constant. Au cours de la dissolution, il se forme du soufre élémentaire et du sulfate de soufre. Les solutions finales sont très pures et devraient par conséquent faciliter la récupération du cuivre. D'autres expériences sont en cours pour déterminer l'effet de divers lessivages sur le taux de dissolution du cuivre.

Études cinétiques du lessivage du cuivre dans une solution acide de chlorure ferrique. On a entrepris des expériences pour déterminer les variables importantes durant le lessivage de l'ion ferrique de la chalcopyrite. L'hydrolyse du fer, qui constituait un problème grave avec les concentrations à faible pourcentage d'acide, est réalisée à l'aide de solutions contenant 0,1M de $FeCl_3$ et 0,3M de HCl où l'on a observé une cinétique de lessivage relativement linéaire. Entre 30 et 100 °C, 2 mécanismes de lessivage différents se produisent: au-dessous de 55 °C, avec un apport d'énergie de 35 kcal par môle environ, les taux sont relativement bas; au-dessus de 55 °C, avec un apport d'énergie de 9 kcal par môle environ, les vitesses de lessivage sont rapides. Cette modification du taux à 55 °C, dans le système au chlorure, explique pourquoi les solutions de chlorure ferriques sont plus efficaces à hautes températures que les solutions de sulfate, et pourquoi les 2 solutions sont aussi efficaces à basses températures. Au-dessus de la modification de taux, le lessivage augmente rapidement proportionnellement aux concentrations de chlorure ferriques, mais au-dessous de ce seuil, le taux de lessivage n'est pas influencé par la concentration d'ion ferrique. Il semble que les 2 mécanismes de lessivage sont indépendants de la concentration d'acide chlorhydrique. L'acide semble s'opposer à l'hydrolyse du fer. L'acide chlorhydrique seul n'attaque pas la chalcopyrite. Dans une concentration d'acide de 0,3M HCl, la réaction produit un ion de cuivre et du soufre élémentaire.

Études cinétiques du lessivage du zinc dans des solutions de chlorure ferrique. On a entrepris des expériences de lessivage de sphalérite très pure (ZnS) par le chlorure ferrique, pour la mise au point d'un procédé de lessivage de l'ion ferrique pour les minerais et concentrés de sphalérite et pour l'étude de certains phénomènes observés au cours du lessivage et du filtrage de l'ion ferrique des minerais pyritiques de Zn-Pb-Cu de Bathurst (N.-B.). Au lessivage de boulettes frittées, on a observé que la cinétique était entre linéaire et parabolique, ce qui suggère que le soufre produit au cours de la réaction est au moins en partie protecteur. Entre 30 et 90 °C, on a observé un seul mécanisme de réaction; l'apport d'énergie est de 10 kcal par môle environ. Cette quantité d'énergie est proche des 9 kcal par môle obtenus à des températures plus hautes pour le lessivage de la chalcopyrite par des solutions de chlorure ferrique et indique peut-être un mécanisme semblable pour les 2 minéraux. Le taux de dissolution du sulfure de zinc dans des solutions de chlorure ferriques acides est proportionnel à l'augmentation de concentration d'ion ferrique et à l'accroissement de l'action de l'acide chlorhydrique. On effectue actuellement des expériences pour déterminer les effets de divers variables sur le taux de lessivage de la sphalérite.

Électrodissolution des sulfures de métal. On a effectué des études sur l'application des techniques électrochimiques dans la dissolution des sulfures de cuivre. L'objet de ces travaux est d'obtenir du cuivre métallique et du soufre élémentaire en une seule étape, à partir de concentrés de flottation, afin d'éliminer les divers procédés de fonderie. La formation directe de soufre élémentaire présente un avantage important sur les techniques conventionnelles de pyrométallurgie, car elle évite la pollution par SO_2. La dissolution et la polarisation sur l'anode de chalcocite synthétique (Cu_2S) et de covelline (CuS), à l'aide d'anodes comprimées ou d'anodes en boulettes et d'anodes à lit fluide dans plusieurs types d'électrolytes, font actuellement l'objet d'études.

Au cours d'expériences récentes, l'addition de sels NaCl (ou KCl) et KBr à l'électrolyte H_2SO_4 a permis de maintenir le potentiel de l'anode et le voltage de la pile à

des valeurs relativement basses pendant de longues périodes, permettant ainsi la dissolution continue des anodes de sulfure. En l'absence de sels, le potentiel de l'anode atteint rapidement des valeurs extrêmement élevées d'où résulte la formation à l'anode de O_2 qui réduit considérablement l'efficacité de la dissolution de l'anode de sulfure. L'addition de NaCl ou de KCl à l'électrolyte permet d'obtenir au cours de la dissolution des anodes de Cu_2S et de CuS un résidu finement comprimé à 8,2 % de Cu sous forme de CuS et 88 % de S sous forme de soufre orthorhombique. Avec l'addition de KBr à l'électrolyte, le résidu obtenu est un produit grossièrement compact à 1,2 % de Cu et 99 % de S sous forme de soufre orthorhombique.

Séparation par extraction au solvant du cuivre, du nickel, du zinc et du cobalt d'une solution ammoniacale. L'emploi croissant du lessivage alcalin au traitement des minerais de métaux communs, à la fois pour sa sélectivité et pour sa faible pollution, a conduit à l'étude de l'application extractive du solvant à la séparation du cuivre, du cobalt, du nickel et du zinc d'une solution ammoniacale. Les résultats ont indiqué que le solvant Kelex 100 est satisfaisant sur des solutions acides résultant du traitement de divers concentrés de cuivre et de nickel et convient à l'extraction et à la séparation de ces métaux de solutions alcalines de 50 à 500 g/l de sulfate d'ammonium ou de carbonate d'ammonium dont le pH acide varie entre 7 et 9. On peut récupérer le nickel et le cuivre par dépouillage avec une solution de 150 g de H_2SO_4/l. Le cobalt à l'état cobaltique n'est pas dépouillé du solvant chargé, à l'opposé du cobalt à l'état cobalteux. Les pertes de solvant atteignent moins de 1 ppm à un pH acide variant entre 7 et 9 avec des concentrations d'anions jusqu'à 500 g $(NH_4)_2SO_4$/l et à des températures variant entre 25 ou 50 °C. Dans le schéma proposé, l'ordre d'extraction Cu, Zn, Co, Ni peut être changé par une modification d'un seul ou de plusieurs paramètres comme le type et la concentration d'anions, l'équilibre pH, la température, le temps de retenue et la concentration d'agents extractifs. Pour éliminer les sels et l'ammoniaque, il faut lessiver le solvant chargé. L'acide présent dans le solvant après dépouillage est neutralisé par l'ammoniaque contenue dans la solution d'alimentation pour maintenir l'équilibre pH désiré.

Figure 8. Essais d'extraction par solvant pour la séparation de cuivre, de nickel, de zinc et de cobalt.

Applications de la précipitation de jarosite. Le traitement hydrométallurgique de minerais et de concentrés produit une solution de lessivage contenant des concentrations importantes de fer qui doivent être éliminées avant la récupération des valeurs de métal. Une méthode courante et assez généralisée consiste à transformer le fer ferrique par hydrolyse à des températures élevées, en précipité filtrable du type jarosite. Le procédé de jarosite a été transformé en opération semi-continue où la jarosite de sodium se forme à un niveau pH de 1,4 à 1,8 environ (première étape). Les étapes suivantes facilitent la préparation du reste de fer à des niveaux pH plus élevés et à moindre température. Ce matériau est ensuite épaissi, recyclé et réutilisé dans la première étape où un précipité sous forme de jarosite cristalline se forme sous l'influence de l'acide libre formé dans la précipitation de jarosite. On a démontré que les hydroxydes ferriques peuvent être directement transformés en jarosite si la combinaison d'acide et d'ions sodium disponibles est appropriée. On ignore si le procédé permettra la recirculation de la charge de fer. Le système de conversion du précipité pour extraire les valeurs minières contenues dans l'eau pourrait être une application intéressante de ce projet.

Extraction du zinc par procédé électrochimique. On a entrepris une étude de l'influence de la structure de cathodes d'aluminium sur l'électro-cristallisation du zinc. En utilisant un électrolyte d'une usine de zinc, on a obtenu des dépôts de densité variant entre 10 et 200 A /pi², pendant 15, 30 et 60 minutes. De façon générale, les dépôts formés sur les cathodes d'aluminium à gros grains (environ 1 po) étaient plus lisses et plus faciles à dépouiller que les dépôts formés sur les cathodes à grains fins (environ 1 mm). L'examen au microscope électronique de certaines sections des dépôts de zinc a révélé que la taille des lamelles et leur orientation était la même pour chaque type de cathode, indépendamment de la grosseur du grain. La croissance cristalline des dépôts de zinc semblait dépendre de la densité de courant utilisée. Cependant, d'autres travaux ont démontré que cette caractéristique ne dépendait pas de la modification de la densité du courant mais plutôt de la contamination des dépôts de zinc par le plomb. Cette contamination est provoquée par l'utilisation d'anodes de plomb et d'argent non conditionnées. On a aussi découvert que la présence de plomb dans les dépôts de zinc provoque une morphologie de type distinct évoluant proportionnellement au pourcentage de plomb.

Dissolution électrolytique des sulfures. La dissolution électrochimique des sulfures est un système prometteur permettant de traiter les concentrés de sulfure pour extraire les valeurs de métal tout en évitant la production d'anhydride sulfurique lié au grillage des concentrés de sulfure. La dissolution anodique de la chalcocite

(Cu_2S) se produit à au moins 2 étapes. A la première, il se forme des sulfures plus riches en cuivre, qui deviennent à la fin de la covelline et, au cours de la deuxième, la covelline s'oxyde et forme un ion de cuivre en solution aqueuse et du soufre élémentaire. On a aussi expérimenté la dissolution anodique du sulfure de cuivre qui se produit dans une solution non aqueuse qui dissout le soufre élémentaire de l'anode, réduisant ainsi la surtension rencontrée à la dernière étape de la dissolution électrolytique.

Ces études ont permis de découvrir une nouvelle méthode de traitement de la chalcopyrite ($CuFeS_2$) par dissolution cathodique au cours de laquelle le fer se dissout dans la solution tandis que le sulfure de cuivre reste à l'état solide.

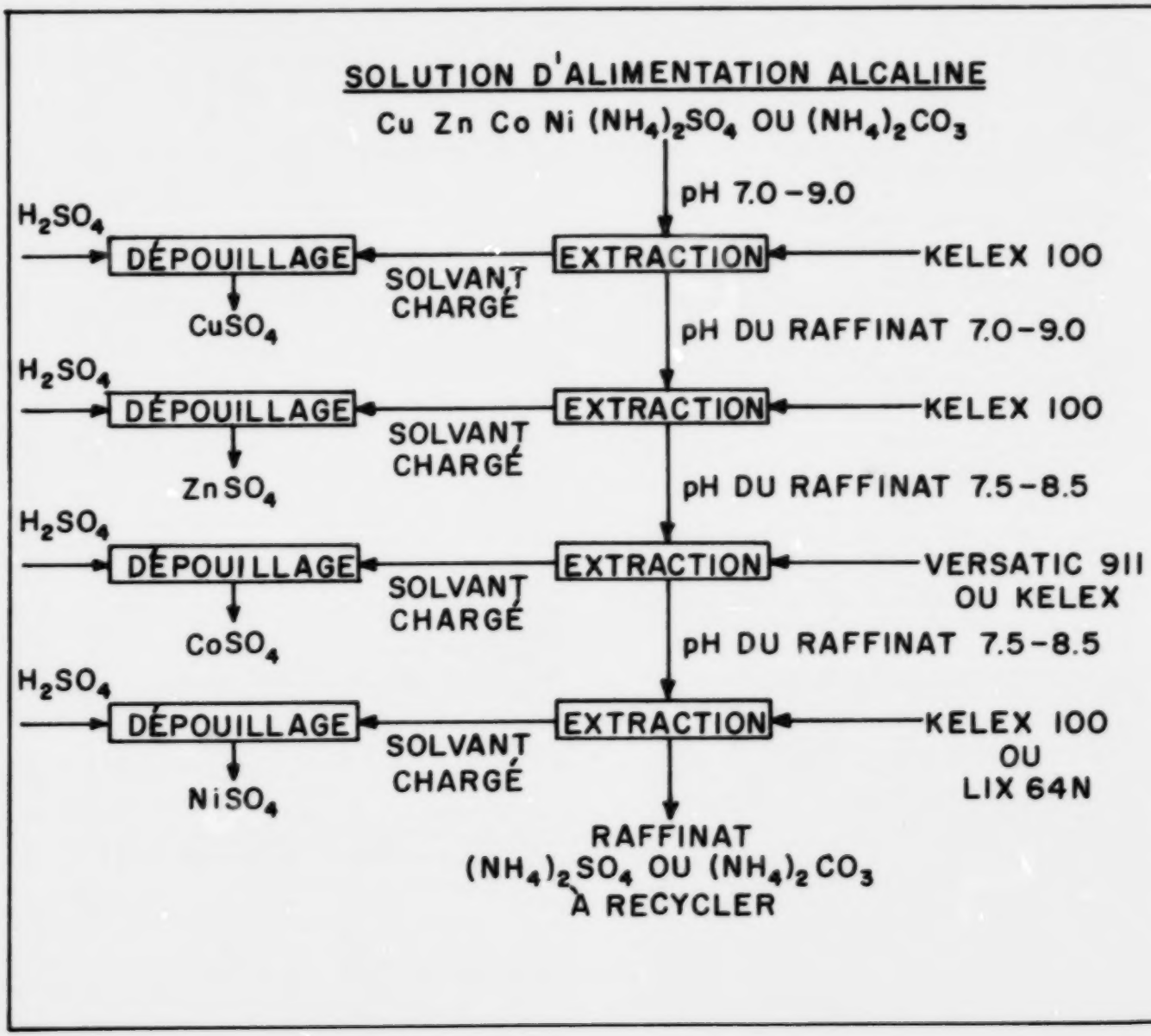

Figure 9. Schéma des opérations de séparation du cuivre, du zinc, du cobalt et du nickel.

Études sur les complexes de métaux en solution. On a procédé à des expériences pour déterminer l'identité et les concentrations de complexes de fer contenus dans des solutions d'acide chlorhydrique et de chlorure ferrique fréquemment utilisées au lessivage de minerais sulfuriques. De plus amples données sont nécessaires sur cet aspect de la solution de lessivage pour améliorer de façon efficace les procédés hydrométallurgiques actuels ou d'en concevoir de nouveaux. On a tenté de définir certains complexes chlorhydriques ferriques intervenant dans le système de lessivage en faisant la synthèse de $FeCl_3.3,5H_2O$, $FeCl_3.2,5H_2O$, $[FeCl(OH_2)_5](NO_3)_2$, $[(en)_2CoC_2O_4]$ $[FeCl_4(OH_2)n]$, $[trans\text{-}(en)_2CoCl_2]$ $[FeCl_4]$, $[cis\text{-}(phen)_2CoCl_2]$ $[FeCl_4(OH_2)n]$, $[cis\text{-}(bipy)CoCl_2]$ $[FeCl_4(OH_2)n]$, $K[FeCl_4]$, $[(C_2H_5)_4N]$ $[FeCl_4]$, $M_3[FeCl_5OH_2]$ (M=K, NH_4+, Rb+, et Cs+), $Cs_3[FeCl_6]$ et $[(NH_3)_6Co]$ $[FeCl_6]$.

On a isolé des composés solides et la plupart ont été analysés par spectroscopie Uv-visible de pâtes, spectroscopie de Mössbauer, spectroscopie infrarouge et analyse thermique différentielle. On poursuit les travaux de synthèse d'éléments de la série complexe du fer. On a mis au point et expérimenté une électrode sélective d'ion $FeCl_4^-$, avec l'Aliquot 3365 comme échangeur d'anions dans une matrice de chlorure de polyvinyle ou dans une membrane d'Orion. Cette électrode et la spectroscopie Uv-visible permettent de mesurer la formation de constantes dans le complexe $FeCl_4^-$, dont on rencontre de grandes concentrations dans la plupart des solutions de lessivage d'acide chlorhydrique et de chlorure ferrique. Le procédé hydrométallurgique de sulfures de métal par solvants non aqueux, surtout des solvants comme l'acétonitrite, le DMSO et le DMF, est actuellement à l'étude.

Études fondamentales sur les réactifs d'extraction de solvant. On a procédé à l'étude des propriétés et des mécanismes d'extraction des métaux des produits de décomposition commerciaux, afin de comprendre et de prévoir l'extraction des métaux dans les procédés d'extraction commerciaux à l'aide de produits appelés extracteurs spécifiques de métaux.

Le solvant Kelex 100 a été purifié par chromatographie columnaire sur de la silice gélatineuse. L'analyse et le spectre du réactif purifié correspondent à la structure 7 - [-3-(5,5,7,7 - tetramethyl - 1 - octenyl)] - 8 - hydroxyquinoline.

On a pu isoler des isomères purs du réactif primaire LIX 2-hydroxybenzo-phenone oxime et déterminer les constantes de stabilité de leurs groupes de protons. L'étude des structures de ces isomères et de leur liaison-hydrogène permet de mieux comprendre les mécanismes des procédés d'extraction des métaux. On prévoit de continuer prochainement l'étude de ces mécanismes et de déterminer les constantes de stabilité des groupes de métaux.

Recherches sur la corrosion

Usure par corrosion des boulets de broyage d'acier. L'usure des éléments de broyage (boulets et bandes de garnissage) représente une dépense importante de l'industrie dans le broyage des minerais par voie humide. Le coût au Canada a été évalué à 30 millions de dollars par an; il est probable que cette perte progressera avec le traitement croissant de minerais à basse teneur. On espère pouvoir réduire l'usure du métal par abrasion et corrosion grâce à une méthode de contrôle. CANMET a effectué des recherches sur des techniques efficaces et économiques de réduction de l'usure dans les broyeurs à boulets. A cette fin, on a effectué des expériences de broyage de barbotines de minerai contenant des billes en acier au carbone (60 % de solides), dans des broyeurs à boulets de porcelaine, à température ambiante. On a tenu compte de plusieurs paramètres pour l'étude des effets de la corrosion, dont la réduction du poids des boulets, la modification de l'acidité et de l'oxygène dissout, la modification de la pression dans le broyeur et le volume de travail réalisé.

Des études de barbotines de minerai de sulfure Ni-Cu et de fer hématite ont confirmé que l'abrasion et la corrosion des billes en acier au carbone étaient simultanées. Cependant, les sulfures dans le minerai de Ni-Cu ont produit de l'acide et composé un système plus complexe que celui du minerai de fer au pH très peu variable. L'addition d'anticorrosifs et d'éléments de contrôle du pH ont réduit de façon efficace l'usure par corrosion, sans modifier le travail de broyage. L'addition de borate de sodium et de nitrite de sodium a réduit l'usure des boulets de 50 % environ dans les barbotines de sulfure et les barbotines de fer.

Dans le broyage du minerai de sulfure Ni-Cu, les concentrations critiques d'anticorrosifs de nitrite de sodium, de chromates de sodium et de métasilicates de sodium sont respectivement 0,5 %, 0,3 % et 0,5 %. Ces inhibiteurs abaissent l'usure de 44 à 49 % environ. Au-dessous du pH acide 9, le nitrite de sodium ne réduit pas l'usure.

Dans les études de broyage du minerai de fer, on a obtenu une réduction de l'usure de 47,2 % par addition de 1 % de borate de sodium et 1 % de nitrite de sodium aux solutions de barbotine maintenues à un pH acide 9. L'addition de ces substances ne modifiant pas le pH acide, c'est donc à l'action des inhibiteurs et non au contrôle de l'acidité qu'est due cette importante réduction de l'usure. Ainsi, on peut réduire l'usure de 50 % en utilisant des anticorrosifs, même dans les solutions basiques (pH 9).

L'application de ces techniques de contrôle de la corrosion, ou autres méthodes, dans l'industrie permettrait de réaliser d'importantes économies sur les équipements de broyage au Canada.

Revêtements de chrome sans craquelures. Les travaux de CANMET ont montré que le bain traditionnel de chromage (CrO_3 250 g/l, H_2SO_4 2,5 g/l) produit un revêtement sans craquelures au chrome brillant de densité 2 200 A/m² à une température de 45 °C, si l'on interrompt le procédé de chromage à des intervalles correspondant à un dépôt de 0,5 µm de chrome. Si l'on augmente la fréquence des interruptions pour obtenir un dépôt de 0,25 µm de chrome seulement, le revêtement demeure sans craquelures mais devient gris foncé. En revanche, lorsque les interruptions sont moins fréquentes et correspondent à un dépôt de 0,75 µm, les couches ont un aspect plus brillant mais présentent quelques craquelures. Dans les limites des conditions examinées, des variables comme la densité du courant, la température et la composition n'ont pas une grosse influence sur le procédé de réduction des craquelures par la technique des interruptions contrôlées de placage. Selon les essais, les interruptions idéales étaient les pulsations anodiques à haute et basse densités de courant (4 400 A/m²) et (500 A/m²).

Les pulsations anodiques produites par l'inversion du courant permet un chromage sans craquelures à une vitesse pratiquement identique à celle du procédé de placage continu. La technique mise au point n'exige (a) ni équipement spécial (b) ni mélange nouveau (c) ni contrôle rigoureux de la densité du courant, de la température ou de la fréquence des interruptions, à condition de ne pas dépasser l'épaisseur de chrome au-delà de laquelle se forment les craquelures. Les revêtements sans craquelures perdent un peu de leur lustre avec l'accroissement du nombre des interruptions, mais restent très brillants à petite échelle, si la fréquence des interruptions n'est pas trop élevée.

L'application à grande échelle du procédé d'élimination des craquelures dans le placage au chrome, mis au point dans les laboratoires de CANMET, justifierait des travaux de recherche pour donner au chrome sans craquelures un aspect plus brillant. Les expériences préliminaires indiquent que l'on peut éviter dans certaines conditions précises la formation d'imperfections et que l'on peut préparer une couche lisse pour recevoir le placage sans craquelures. Cette sous-couche pourrait être constituée de nickel de Watts qui assurerait une meilleure protection contre la corrosion.

Études minéralogiques des gisements de minerai

On a effectué de longues études minéralogiques de l'or et des métaux de platine. On connaissait depuis longtemps la présence de métaux précieux dans les sables de la région de la rivière Tulameen en Colombie-Britannique. Étant donné l'intérêt porté par les sociétés minières à ces placers et la pauvreté des renseignements minéralogiques, on a entrepris des études minéralogiques détaillées destinées à fournir des données pour la prospection, l'évaluation et l'enrichissement de ces placers. Ces dépôts contiennent de l'or sous forme d'alliage avec du cuivre ou de l'argent. On a découvert 13 minéraux du groupe platine. Le plus courant est le platine natif qui contient des quantités variables de fer sous forme solide et comprend souvent des inclusions complexes des 12 autres minéraux du groupe platine. L'un d'eux est la tulaménite, nouveau minéral allié de platine, de fer et de cuivre et peu ferromagnétique; cette caractéristique est importante pour les travaux d'enrichissement par séparation magnétique.

Les dépôts de nickel et de cuivre de la région de Sudbury sont aussi une des sources les plus riches du monde en métaux de platine qui sont extraits comme sous-produits lors du traitement du minerai. Une analyse d'échantillons de ces minerais a révélé la présence de nombreux minéraux du groupe platine. L'un est la sudburyite, antimonide de palladium. On y a découvert plusieurs minéraux à palladium dont 3 n'ont jamais été mentionnés. Étaient aussi présents au moins 4 minéraux à platine.

On a déterminé les caractéristiques de 4 alliages natifs du groupe platine du complexe Stillwater; s'y trouvaient, les 2 minéraux découverts récemment, le rhodium de platine et le platine de rhodium, outre plusieurs minéraux nouveaux ou rares comme l'arséniure et le tellurure de palladium et la stillwatérite (Pd_8As_3). On a découvert un nouveau minéral du groupe palladium, la témagamite (Pd_3HgTe_3), dans un échantillon de la région de Timagami au nord de l'Ontario.

Ces recherches générales sur les minéraux de métaux précieux ont permis de définir des systèmes de classification et de nomenclature pour les alliages de platine et de fer et pour les alliages d'osmium, d'iridium et de ruthénium.

D'autres études minéralogiques ont été effectuées en collaboration avec l'Agence canadienne de développement international en Afrique du Nord et aux Antilles, à la demande des gouvernements étrangers. Les gisements d'argent d'Afrique du Nord ont déjà été exploités au XII^{e} et XIII^{e} siècles, comme le témoignent les nombreux puits et zones de résidus. Plus tard, ils ont fait l'objet d'exploration mais sans extraction d'argent. La minéralisation était formée d'étroites veines et de minerai disséminé dans les roches encaissantes. Le plus souvent, l'argent était sous forme native ou d'argent mercuriel (amalgame), mais il était parfois présent comme sulfures. Aux Antilles, les études ont porté sur un gisement de minerai de plomb-zinc extrêmement fin. La description de la texture et des propriétés minéralogiques de ce minerai a permis de déterminer les caractéristiques de libération de la sphalérite. Les résultats de cette étude ont permis de résoudre certains problèmes relatifs au traitement de minerais à grains fins comme les minerais complexes polymétalliques du nord du Nouveau-Brunswick.

Le microscope d'analyse d'image (Quantimet) a été très utile pour l'étude quantitative des proportions relatives de minéraux dans certains minerais et pour la mesure des distributions de taille précise des minéraux. Les données sur les proportions minérales permettent de choisir les minéraux qui doivent être concentrés en vue d'extraire certains éléments et d'établir la rentabilité de ces opérations. Les données de répartition dimensionnelle permettent de définir le degré de broyage pour libérer les grains de minéraux et permettent de savoir si les problèmes d'enrichissement sont dus à la nature intrinsèque du minerai ou à l'usine de traitement. On a utilisé le microscope d'analyse d'image, par exemple, pour définir les proportions et la répartition dimensionnelle des lamelles d'hématite dans l'ilménite, pour définir cette répartition des minéraux dans le gisement de cuivre et de molybdène de Bethlehem, de la sphalérite dans le minerai de plomb et de zinc, ainsi que les proportions et la répartition dimensionnelle des particules de poussière au cours de recherches effectuées par Environnement Canada.

Propriétés des minéraux

Cristallographie. On a achevé les études de détermination des structures de cristal de la mooihœkite ($Cu_9Fe_9S_{16}$) et de la haycockite ($Cu_4Fe_5S_8$), minéraux du groupe de la chalcopyrite. Riches en métaux, ces minéraux se différencient de la chalcopyrite par des atomes de métal supplémentaires dans des interstices inoccupés de la structure de la chalcopyrite. Avec la talnakhite, ils forment un groupe de minéraux dont les propriétés et la composition ressemblent à celles de la chalcopyrite, cet important minerai de cuivre.

On trouve parfois de faibles quantités d'argent dans la pentlandite $(Fe,Ni)_9S_8$, important minéral nickélifère. La détermination de la structure de cristal de la pentlandite argentifère a révélé que l'atome d'argent prend la place d'un atome de fer ou de nickel pour former le composé $(Fe,Ni)_8AgS_8$. On a réétudié avec soin la structure de cristal de la pentlandite elle-même afin de la comparer avec celle de la pentlandite argentifère.

On a étudié la transformation apparemment irréversible de la cubane, $CuFe_2S_3$, de forme orthorhombique à basse température à la forme cubique à haute température, qui se produit à 210 °C environ. L'étude comprenait l'analyse de la structure de cristal de la forme obtenue à haute température et un nouvel examen de la structure de la forme obtenue à basse température. La comparaison des structures a permis d'expliquer la transition d'un type de cubane à l'autre par le mouvement de certains atomes.

Des études sont en cours pour déterminer les structures de cristal des minéraux du groupe des stannites. On trouve ces minéraux dans un gisement complexe de cuivre, de plomb, de zinc et d'étain au Nouveau-Brunswick. On a examiné la stannite, $Cu_2(Fe>Zn)SnS_4$, et un minéral parent, la kestérite, $Cu_2(Zn>Fe)SnS_4$, et l'on poursuit les travaux d'étude des autres éléments de ce groupe. Outre les analyses cristallographiques, on étudie aussi les caractéristiques minéralogiques et les relations de phase de ces minéraux.

Propriétés physiques. On a étudié les propriétés magnétiques des pyrrhotines ($Fe_{1-x}S$) par spectroscopie de Mössbauer et par mesures de la susceptibilité magnétique, sur des cristaux synthétiques simples spécialement conçus pour ces recherches. On a étudié la transition magnétique *spin-flip* à 170 °C environ et la transition structurale alpha à 145 °C environ dans le FeS quasi stœchiométrique, ainsi que les transitions semblables dans du minerai contenant moins de fer. A l'examen spectroscopique de Mössbauer, les cristaux synthétiques monocliniques de pyrrhotine (Fe_7S_8) présentent un spectre composé de 4 éléments correspondant aux 4 différents emplacements de l'atome de fer dans le cristal. L'orientation des rotations de l'électron dans les divers emplacements a été déterminée par le spectre de Mössbauer d'un échantillon placé dans un champ magnétique externe. Les études de dispersion du neutron ont été effectuées sur des cristaux synthétiques simples de NiS, FeS et NiS_2, en collaboration avec A.E.R.E., Harwell (Angleterre).

Propriétés de surface. L'enrichissement des minerais par flottation est essentiellement l'application des principes de chimie de surface. Une bonne connaissance des réactions de la surface de séparation entre le minéral et la solution constitue donc un facteur très important dans l'enrichissement des minéraux. On a mesuré la mobilité cataphorétique de la galène synthétique (PbS) et la conductivité électrique du type n et du type p, en fonction du pH de la solution, afin de déterminer les modifications des charges superficielles dans la surface de séparation entre le minéral et la solution. Le point de charge 0 de la galène synthétique était à pH 5. Au-dessus, les 2 types de galène chargés négativement avaient la même mobilité cataphorétique. A un pH inférieur à 5, la galène de type p a présenté une charge positive superficielle plus élevée que la galène de type n, indiquant une influence du semi-conducteur espace-charge sur la mobilité cataphorétique. En conclusion, toutefois, les propriétés de semi-conducteur des sulfures avaient seulement un faible effet sur leurs charges superficielles.

Les propriétés d'adsorption et de flottation des oxydes sont aussi influencées en grande mesure par la nature électrochimique de la surface de séparation entre l'oxyde et la solution. On a déterminé 3 types de réaction superficielle: la dissociation acidique, basique et amphotérique de la couche superficielle d'hydratation. Au pH de point de charge zéro, les densités de charges superficielles sont faibles tandis que l'adsorption d'éléments de désintégration et de molécules neutres comme les graisses et les alcools, qui peuvent former des liants d'hydrogène, peut être élevée. Dans le cas de dissociation acide des groupes superficiels d'hydroxyle, la

couche de surface devient très ionisée et l'adsorption spécifique de cations peut alors se produire. Dans le cas de dissociation basique de la couche hydratée, l'adsorption spécifique d'anions à la surface de l'oxyde peut se produire et modifier considérablement les propriétés de flottation de l'oxyde.

Méthodes analytiques et matériaux de référence

Programme canadien de matériaux de référence certifiés. Lors de transactions commerciales de produits minéraux et métallurgiques, l'acheteur et le vendeur doivent pouvoir déterminer la valeur de métal contenue dans les marchandises. A cette fin, des matériaux de référence doivent être certifiés pour vérifier la précision des techniques appliquées. Le but du Programme canadien de matériaux de référence certifiés est de fournir des échantillons homogènes, soigneusement analysés, de minerais, de concentrés, de mattes et d'alliages pour servir d'éléments de tests analytiques.

Le travail de préparation et de certification des matériaux de référence est divisé en 3 groupes, l'un étudie les minerais et les concentrés, un autre, les normes spectrographiques des alliages et, le troisième, les minerais radioactifs et les normes radiométriques. Par exemple, avant d'être utilisé comme matériau de référence certifié, un minerai fait l'objet d'une sélection et d'une analyse minéralogique. Après pulvérisation et criblage au tamis de 200 mailles et homogénéisation dans un mélangeur, on analyse plusieurs échantillons pour l'homogénéité, puis l'on procède à une étude statistique des résultats. Des échantillons sont envoyés à plusieurs laboratoires industriels, commerciaux et gouvernementaux spécialisés dans l'analyse minéralogique et métallurgique. Les résultats de ces analyses sont évalués selon les techniques statistiques pour obtenir une valeur moyenne recommandée pour la certification et les limites confidentielles de cette valeur. Bien que la majorité des analyses soient faites au CANMET, l'excellente collaboration des laboratoires industriels et commerciaux a permis d'assurer le succès du programme. Réciproquement, la participation au programme peut être utile à ces laboratoires, car certaines difficultés d'analyse inconnues antérieurement peuvent se révéler au cours des travaux de certification et ils peuvent comparer les résultats obtenus avec ceux des autres laboratoires.

Entre 1973-74, les échantillons suivants de minerai ont été certifiés: un minerai de cuivre-molybdène HV-1 (Cu 0,52 %, Mo 0,058 %), 2 minerais de nickel-cuivre-cobalt SU-1 (Ni 1,51 %, Cu 0,87 %, Co 0,063 %) et UM-1 (Ni 0,87 %, Cu 0,43 %, Co 0,35 %), une matte de nickel-cuivre contenant des métaux précieux PTM-1 (Pt 0,17, Pd 0,24, Rh 0,03, Au 0,05, Ag 1,92 once/tonne), un concentré de sulfure contenant des métaux précieux PTC-1 (Pt 0,09, Pd 0,37, Rh 0,02, Au 0,02, Ag 0,17 once/tonne), et un minerai de zinc-plomb-étain-argent KC-1 (Zn 20,37 %, Pb 6,98 %, Sn 0,68 %, Cu 0,144 %, Ag 0,144 %). Les laboratoires commerciaux, industriels, universitaires et gouvernementaux canadiens peuvent se procurer les échantillons de ces matériaux et les matériaux de référence de minerais, de roches et d'alliages étudiés auparavant, pour l'évaluation des techniques analytiques et l'étalonnage des instruments d'analyse. Pour de plus amples informations sur les matériaux de référence certifiés, prière de s'adresser au Président, Programme canadien de matériaux de référence certifiés, CANMET, 555, rue Booth, Ottawa (Ont.), K1A 0G1.

Méthodes normalisées d'échantillonnage et d'analyse chimique. La mise au point des normes internationales et l'examen des produits minéraux et métallurgiques ont été effectués au cours de comités consultatifs canadiens de l'Organisation internationale de normalisation. On a étudié les techniques d'analyse proposées par l'Organisation pour l'aluminium, le calcium, le magnésium, le soufre et le cuivre contenus dans les minerais de fer, à partir d'échantillons fournis par l'Organisation internationale de normalisation; les résultats d'analyses et les rapports sur les techniques ont ensuite été soumis au comité de l'Organisation sur les minerais de fer. Parallèlement à l'analyse d'échantillons de minerais de fer, on a étudié statistiquement les résultats des deuxièmes expériences d'analyse d'échantillons par un exportateur canadien de minerais de fer. On a aussi établi les statistiques des résultats d'une expérience sur la répartition des échantillons pour l'analyse dimensionnelle et les résultats des expériences de compression de minerais de fer. L'étude sur les normes des minerais de fer a une importance particulière pour le Canada, grand exportateur de ce minéral.

Dans le cadre des travaux du comité de l'Organisation internationale de normalisation sur les métaux légers et les alliages, on a mis au point une technique gravimétrique d'étude du thorium dans les alliages de magnésium. Au cours de la mise au point de méthodes d'analyse de l'acier, on a expérimenté diverses techniques d'analyse du vanadium, du soufre et du chrome.

Les diverses techniques d'analyse ont été expérimentées dans le cadre des programmes du comité de l'ASTM sur l'échantillonnage, les tests et analyses de minerais métallifères et de matériaux similaires. Au cours de ce comité, on a traité par exemple des procédés de détermination du plomb et du zinc, du fluorure de calcium dans de la fluorine, du fer ferreux et ferrique.

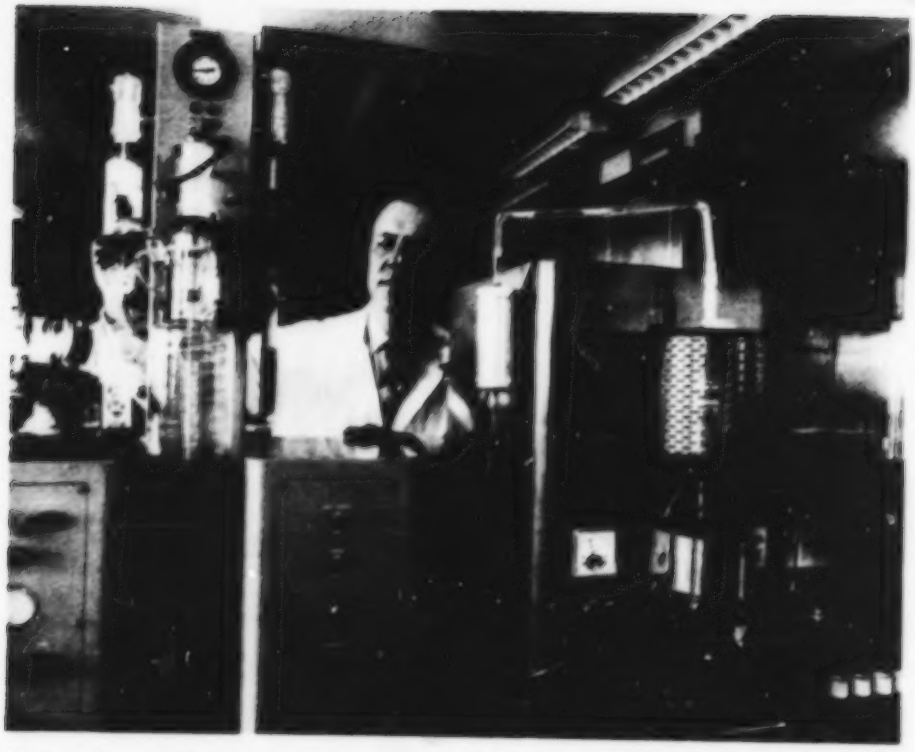

Figure 10. Analyse de la teneur en carbone d'un acier, par la technique de combustion.

Recherches sur les techniques d'analyse. Elsie M. Donaldson a publié le manuel de laboratoire *Methods for the Analysis of Ores, Rocks and Related Materials*. Ce manuel présente 68 techniques d'analyse de minerais, de roches, de produits de broyage et de minéraux, et est à la disposition des chimistes des autres laboratoires, à Information Canada.

On a poursuivi la recherche sur les techniques d'analyse chimique des minerais, des concentrés et des métaux afin de résoudre les difficultés rencontrées au cours de travaux sur les matériaux de référence et autres. Par exemple, de nombreux travaux ont été consacrés à la détermination de l'étain, certaines divergences ayant été notées entre les différentes méthodes au cours d'analyses de certification de minerais stannifères. On a comparé les techniques volumétriques-iodométriques et les techniques d'absorption atomique, mis au point une technique spectrophotométrique d'analyse de l'étain et créé une méthode permettant de différencier l'étain de la stannite-kestérite et de la cassitérite dans les échantillons contenant 2 minéraux. On a mis au point une technique d'analyse de l'étain dans les métaux et les alliages, basée sur l'extraction par solvant et doublée d'un examen polarographique. On a aussi étudié les méthodes de détermination du cérium et du niobium dans l'acier et du niobium dans le ferroniobium.

Technique de contrôle du traitement des minéraux

L'emploi croissant d'appareils de contrôle automatique dans l'industrie minière a conduit à la mise au point de techniques instrumentales d'analyse de contrôle continu d'un procédé et pouvant alimenter un équipement de traitement électronique des données.

On a conçu un procédé d'analyse linéaire du plomb dans de la barbotine, basé sur un système d'absorption aux rayons gamma à doubles jauges. Lors des mesures de la densité, on a utilisé comme source de rayons gamma, l'isotope du cobalt 60 qui a fourni la meilleure précision et la plus grande constance, malgré de grandes variations du nombre atomique de la barbotine. Le gadolinium 153 s'est révélé la meilleure source de rayons gamma pour la mesure de la teneur en plomb dans le minerai.

On a aussi mis au point un circuit d'analyse linéraire du soufre, du fer et de la cendre dans la barbotine de charbon, par fluorescence des rayons X. Un appareil de contrôle de la densité incorporé au circuit permet de mesurer le contenu de solides dans la barbotine.

Figure 11. Analyse directe des schlamms par fluorescence aux rayons X.

Analyse d'absorption atomique. La spectrophotométrie d'absorption atomique a presque remplacé dans de nombreuses mines, usines et fonderies de métaux communs les techniques volumétriques traditionnelles. Cependant, sa précision étant insuffisante pour l'établissement d'échanges entre l'usine et la fonderie, on a entrepris un programme permettant de donner à ces techniques la précision nécessaire.

On a entrepris l'étude des techniques d'analyse du cuivre, du nickel, du plomb et du zinc dans les concentrés de métaux communs à l'aide du spectrophotomètre d'absorption atomique à double canal Jarrell Ash, modèle 810. Le principal avantage de la photométrie à la flamme sur les méthodes chimiques est le gain de temps et l'on a tenu compte de cette caractéristique aussi bien que des facteurs de précision.

Au cours des essais, on a appliqué plusieurs des 4 méthodes d'élimination des interférences sur des concentrés synthétiques semblables à ceux produits dans les installations d'extraction de métaux communs, avec l'appareil à double canal, afin d'améliorer la qualité et la consistance du signal ou d'éliminer l'effet des interférences. Ces travaux ont montré que l'appareil à double canal n'offre aucun avantage sur l'appareil à canal simple quant à la précision et la simplicité de manœuvre pour la détermination des principaux métaux communs contenus dans des matériaux à teneur relativement élevée. A cette étape de l'étude, on n'a obtenu aucun résultat satisfaisant pour une fonderie.

Au cours de cette étude sur le problème de fonderie, on s'est penché sur l'utilisation d'un brûleur coudé et sur l'emploi d'hydrogène, au lieu de l'air et de l'acétylène utilisés normalement dans l'analyse d'absorption atomique. La technique du brûleur coudé est beaucoup moins sensible que la technique normale, car le parcours de la flamme étant diminué, les étapes de dilution sont moins nombreuses. Les analyses ont montré que le brûleur coudé donnait une meilleure précision que le brûleur droit, mais que la flamme à l'hydrogène ne présentait aucun avantage particulier sur la flamme à l'air et à l'acétylène. Il est possible que la technique du brûleur coudé soit très utile lors des opérations d'absorption atomique pour l'établissement d'échanges entre l'usine et la fonderie.

Devant la difficulté d'analyser le silicium dans les matériaux contenant du fluoride, selon les méthodes gravimétriques classiques, une méthode de contrôle rapide et simple s'imposait. Un procédé d'absorption atomique mis au point dans nos laboratoires a été appliqué à l'analyse des matériaux contenant des fluorures; dans cette méthode on utilise des échantillons de référence et des mélanges réalisés à partir d'un minerai de sulfure complexe. Le pourcentage d'erreurs des chiffres obtenus pour les échantillons de référence certifiés s'élevait à 2,1 % contre 1,7 % pour les mélanges préparés; ainsi cette technique convenait mieux pour ce type de matériau.

TECHNOLOGIE DES MÉTAUX

En matière de technologie des métaux, CANMET a pour rôle d'améliorer les méthodes de production d'alliages de métaux et de fabrication de structures et de compositions précises, de déterminer leurs propriétés et leurs utilisations et d'analyser les causes de défaillance en service. La Division des services techniques a collaboré à ces travaux qui relèvent de la Division de la métallurgie physique.

Utilisation des métaux et des alliages

Alliages pour usage dans l'Arctique. Ces dernières années, l'Arctique a pris une importance sur le plan économique et, par suite, l'exploration de cette vaste région a été intensifiée. Cependant, les données sur la corrosion atmosphérique et marine des métaux de construction sont réduites ou nulles. Dans le but de combler cette lacune, on a entrepris certaines études en 1973, à la fois, pour établir la rentabilité des expériences dans l'Arctique et pour acquérir certaines données préliminaires. On a choisi un emplacement pour les expériences de corrosion atmosphériques à long terme, à quelques centaines de pieds de l'océan Arctique, près du projet de l'Étude du plateau continental polaire du Ministère. Trois spécimens d'acier de construction ont été récupérés après une exposition d'un an. Ils présentaient tous les 3 des taux de corrosion semblables, variant entre 0,61 et 0,64 x 10^{-4} po/an (0,015 à 0,016 mm/an). L'expérience se poursuit avec certains autres spécimens que l'on teste par intervalle pour obtenir une analyse plus complète du processus de corrosion à cet emplacement.

Des études de corrosion sur des spécimens immergés dans le détroit de Jones, dans les îles de l'Arctique, n'ont pu être réalisées par suite de la disparition des échantillons. Cette expérience, effectuée en collaboration avec le ministère de la Défense nationale, sera poursuivie en 1975. Jusqu'à présent, il s'est révélé que la préparation et l'exécution des expériences de corrosion marine dans l'Arctique étaient extrêmement difficiles et les chances de succès faibles.

On a achevé le programme de recherche sur la fissuration en milieu arctique de l'acier à martensite à 18 % de Ni (200). Les résultats ont indiqué que cet alliage ne peut être utilisé en milieu marin où il est susceptible à la fissuration. Les travaux portent sur l'étude de l'acier HY-130 considéré le matériau le plus prometteur comme élément de structure de construction d'un aéroglisseur.

Aciers. Les travaux de recherche sur la résistance à la corrosion localisée des aciers inoxydables austénitiques au Cr-Ni-Mo et au Cr-Ni-Mn-Mo dans les solutions à chlorure se poursuivent en collaboration avec la Division Endako de la *Placer Development Limited*, en Colombie-Britannique. Des résultats récents ont indiqué la supériorité des alliages à manganèse. Des tests sur la composition ont confirmé que l'addition de molybdène et de chrome augmentait la résistance à la corrosion par piqûre et fissuration et que les variations du pourcentage de nickel et manganèse avaient peu d'influence.

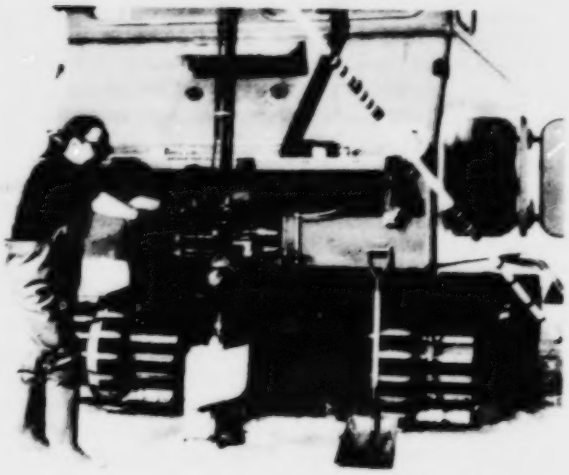

Figure 12. Forage de prélèvement de spécimens de corrosion dans la glace de l'Arctique.

L'étude des propriétés de l'acier inoxydable martensite à faible pourcentage de carbone a confirmé que l'addition de béryllium seul comme durcisseur est préférable à une combinaison avec le titane. Ce dernier semble diminuer la dureté acquise par recuisson et par là même, la résistance obtenue par vieillissement. Pour des niveaux de résistance semblables, le titane semble donner une ductilité moindre à la traction et des propriétés de résilience plus faibles, particulièrement à des températures sous zéro.

On étudie actuellement l'influence de l'aluminium sur la fissuration de zones soumises à la chaleur du soudage de l'acier de construction C-Mn. On a effectué des essais à la perle sur des zones de fissuration soumises à la chaleur, sur de l'acier C-Mn allié en laboratoire à moins de 0,002 % d'aluminium soluble dans l'acide. Contrairement aux indications de certains chercheurs, les résultats de ces études confirment des recherches précédentes selon lesquelles de bas pourcentages d'aluminium permettent de réduire considérablement la fissuration. La limitation du pourcentage d'aluminium utilisé pour la désoxydation des aciers C-Mn n'est donc pas nécessaire.

Une étude d'évaluation des facteurs d'influence de l'intégrité des procédés de fabrication de pylône monobloc de transmission est actuellement en cours, en collaboration avec plusieurs industries, un organisme public et la Division de la métallurgie physique, sous les auspices de l'Association canadienne de recherche sur la galvanisation. Un rapport analyse les diverses propriétés

des matériaux et indique les processus de modifications causées par les opérations de fabrication et de traitement, particulièrement les effets sur la résistance à la rupture. On poursuit les analyses de fabrication, de tension et autres tests sur les pylônes monoblocs octogonaux. L'étude porte sur la conception d'un pylône dodécagonal et d'une maquette.

L'étude des caractéristiques principales des besoins et ressources énergétiques du pays est terminée et les grandes lignes d'une stratégie de la recherche en ce qui concerne les matériaux, stratégie venant à l'appui des activités relatives à l'énergie, ont été établies. Tout semble indiquer actuellement que les travaux sur les matériaux destinés à l'Arctique et sur la fragilisation par l'hydrogène viennent à point nommé; par conséquent, les travaux sur les facteurs contrôlant la fragilité des matériaux se poursuivent.

Alliages non ferreux. On a poursuivi la mise au point d'un alliage d'aluminium et de zinc en majorité secondaire. La résistance aux basses températures des alliages Zn-22 %Al traités selon un procédé thermique se trouve réduite par la formation de dendrites α' au cours du coulage. Ces dendrites favorisent la formation de grains α' grossiers pendant le traitement thermique. Pour affiner la structure de dendrites, l'on a ajouté du titane et obtenu un matériau à grains fins à résistance améliorée à -50 °C (-58 °F).

Les noyaux à titane, agents de l'affinage, étaient visibles aux centres de nombreuses dendrites; les examens à la microsonde électronique, par diffraction électronique et par microscopie électronique ont déterminé une phase ternaire Al-Ti-Zn avec symétrie cubique. On a examiné la structure peu commune du noyau afin de mettre au point des techniques d'affinage des alliages de Zn-Al et de formuler une théorie de la formation hétérogène des noyaux en général.

On a étudié la très faible ductilité des alliages au titane contenant du Ti_3Al en analysant des alliages ternaires à titane, aluminium et gallium. Un alliage composé de Ti, d'Al à % at.12, de Ga à % at.12 présente une bonne ductilité au refroidissement du champ β monophasé, mais perd cette ductilité au vieillissement à 300 °C (572 °F) et au-dessus. En conclusion, le faible taux de diffusion de gallium supprime la formation de Ti_3Al au refroidissement. Cependant, cette phase de fragilité se forme au cours du vieillissement. Ces recherches ont actuellement pris fin.

Le Bureau des instruments médicaux du ministère de la Santé et du Bien-être social a signalé la nécessité d'étudier des aciers inoxydables correspondant aux aciers AISI 316 ou 316L des dispositifs métalliques destinés à être placés à l'intérieur du corps humain. Les aciers utilisés pour de telles opérations présentent en effet une faible résistance à la corrosion par piqûre et fissuration. On détermine actuellement les spécifications indispensables pour ces aciers, en vue de l'établissement d'une norme ACNOR des aciers inoxydables chirurgicaux.

Traitement des métaux et des alliages

Techniques de fusion, de moulage et de fonderie. Au cours de la production de spécimens expérimentaux d'alliages Mg-Zn-Zr contenant un certain nombre de défectuosités comme la ségrégation ou la porosité, selon les normes radiographiques aux rayons X, on a mis au point une technique de production de ségrégation excessive de ces alliages. On a étudié la possibilité d'utiliser cette technique comme moyen de contrôle de la formation d'agrégats de ségrégation de composés Zn-Zr dans les alliages ZK91, en portant progressivement le métal en fusion à des températures plus basses. Les résultats préliminaires ont montré qu'en réduisant la température de 800 °C (1 472 °F) à 740 °C (1 364 °F), la ségrégation diminuait jusqu'à presque zéro au bas de cette échelle de température.

On a procédé à une simulation du procédé industriel afin d'étudier les pellicules plastiques pour le moulage par le vide (procédé V). Dans ce test, les pellicules sont chauffées au brûleur infrarouge au gaz, puis déposées sur un ensemble de coupes de profondeur égale mais de diamètres différents. On a varié les temps de chauffage et mesuré l'épaisseur des pellicules au fond des coupes où se produit la déformation maximale. L'épaisseur requise dépend semble-t-il de la taille du moulage et de la finesse du sable.

On a étudié la possibilité de couler du magnésium dans les moules du procédé V. On a découvert que l'on pouvait diminuer la réaction entre le sable siliceux et le magnésium en déposant une couche de téflon sur la pellicule plastique recouvrant le moule. Mais si l'on utilise du sable de zircon, ce dépôt n'est pas nécessaire et l'on peut couler immédiatement de fines sections de magnésium dans les moules du procédé V.

On a poursuivi les études de la formation de fonte nodulaire et de la désulfuration de la fonte brute par injection d'un fil de magnésium dans le métal en fusion. On insère le fil par un orifice horizontal à la base de la poche de traitement qui contient 550 livres (259 kg) de fer. La technique mise au point est très sûre et le procédé d'injection est devenu une opération routinière. Dans les intervalles adéquats, la température du métal et la rapidité de l'injection ont peu de conséquences sur la récupération du magnésium. La rentabilité de la désulfuration et de la formation de fonte nodulaire en une seule étape, en vue de la production de fer ductile, directement à partir d'une fonte à haut pourcentage de soufre a été démontrée.

Soudure. On a poursuivi l'analyse des caractéristiques thermiques d'un procédé de soudure à l'arc submergé à 3 fils, utilisé dans la fabrication de pipe-lines à large

diamètre. Le but de cette étude était d'obtenir des données plus précises sur les cycles thermiques complets. A l'origine, le système a été mis au point pour établir un schéma des températures en 3 dimensions. C'était fondamentalement une représentation qualitative, toutefois, on a rencontré quelques difficultés à donner des valeurs quantitatives pour décrire le cycle thermique de ces représentations en 3 dimensions; l'on a donc englobé dans le système la représentation quantitative des cycles thermiques.

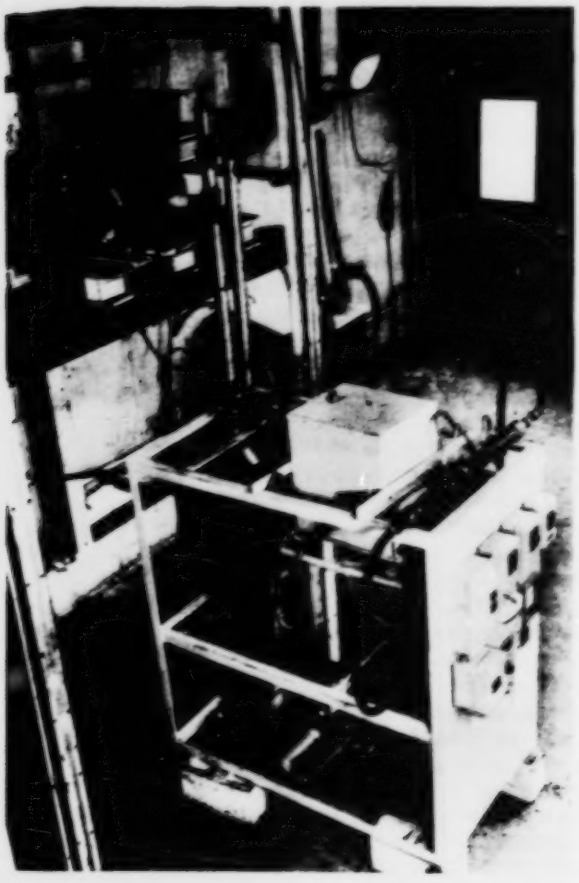

Figure 13. Réchauffeur de filtre.

De nombreuses structures soudées présentent des risques de déchirement en lamelles. Le phénomène résulte d'une défectuosité dans le sens de l'épaisseur de l'acier, c'est-à-dire dans le plan de laminage. L'épaisseur de la plaque limite généralement le test des propriétés de l'acier dans le sens de l'épaisseur et, pour des plaques moins épaisses, cette opération devient pratiquement impossible. On a mis au point une technique simple de contrôle des aciers avec un minimum d'expérience et d'équipement. Ce contrôle permet de classer les différents matériaux selon leurs tendances au déchirement en lamelles.

Galvanisation. On a effectué une série d'expériences de galvanisation dans une atmosphère d'hydrogène pour permettre de mieux identifier l'effet de l'orientation cristallographique du substrat de fer sur la réaction de galvanisation. Pour ces opérations, on a utilisé des spécimens monocristallins de fer Armco, de fer Ferrovac E, de fer émaillé et des cristaux de fer Cambridge d'une très grande pureté. Avec leur surface polie électriquement, seuls les cristaux de fer Cambridge ont présenté une certaine relation entre l'orientation cristallographique du substrat et la réaction de galvanisation. Les surfaces moins lisses obtenues par grenaillage ont légèrement modifié les réactions sur tous les matériaux, sauf les cristaux de Cambridge, où les différentes orientations étaient pratiquement éliminées, par la réduction de la réactivité à des niveaux plus faibles.

Le silicium favorise une réaction de galvanisation plus rapide, et l'on cherche actuellement un moyen de réduire cet effet non désiré. Les travaux préliminaires ont indiqué qu'il serait probablement possible de mettre au point une technique permettant un placage traditionnel sur des aciers de très haute résistance à faible alliage au silicium.

Formage du métal. Les travaux portent sur l'étude quantitative des facteurs déterminant la force requise pour divers types de travaux à chaud sur les métaux et alliages. Dans ce but, les ateliers de CANMET ont construit un plastomètre à came. Cet appareil sert actuellement à produire une tension constante et réelle du matériau entre 0,5 et 0,8 à 240/sec pendant la compression. Le système d'enregistrement des données peut être relié à un ordinateur, éliminant ainsi les calculs pour obtenir des courbes de tension et de déformation réelles.

Les tests de travail à chaud sur l'acier C-Mn contrôlés au plastomètre à came indiquent que le taux de carbone ne modifie pas la tension au travail à chaud des matériaux austénitiques mais qu'il a un effet marqué sur les matériaux de ferrite-carbure par un accroissement de l'effort de tension. La température ne modifie pas la résistance à la tension de ces aciers C-Mn, dans la zone de température de l'austénite-ferrite. Ces matériaux peuvent donc être travaillés à des températures plus basses sans entraîner un surcroît de travail.

Les aciers HSLA ont aussi fait l'objet de tests au plastomètre à came et ont subi 2 cycles de déformation séparés par un refroidissement contrôlé simulant les traitements thermomécaniques. Le premier essai a démontré l'effet dû au Nb sur le travail à chaud de l'austénite. Le principal effet du Nb est de retarder la recristallisation.

Extraction de particules des gaz chauds. Le programme a surtout porté sur la mise au point d'un réacteur de rehausse et d'un filtre à lit garni et à l'utilisation de cet appareil au séchage et au préchauffage du charbon de four à coke. Une unité de puissance de traitement horaire de 600 livres de charbon (272 kg/heure) a été construite aux laboratoires du chemin Corkstown et a

servi à de nombreuses expériences sur du charbon sec et humide de fours à coke séché à l'air ambiant ou à l'azote préchauffé. On peut comparer avantageusement les résultats obtenus avec ceux des techniques les plus récentes de préchauffage du charbon. Le système a les qualités de simplicité, de compacité et d'efficacité d'échange thermique.

RECHERCHES SUR L'ÉNERGIE

Dans le domaine de l'énergie, CANMET a la charge des programmes reliés aux combustibles fossiles et à l'uranium. On a cherché à augmenter l'utilité des ressources canadiennes en énergie par divers moyens d'enrichissement du charbon, du pétrole et du gaz naturel, et à mettre au point des méthodes plus efficaces permettant de les utiliser comme combustibles et comme réducteurs métallurgiques. On a étudié aussi l'amélioration de la technique d'extraction de l'uranium à partir de nouvelles techniques à consommation réduite d'énergie et d'émission de pollution.

Combustibles fossiles

L'embargo sur le pétrole imposé par les pays producteurs du Moyen-Orient a souligné la nécessité de développer les ressources canadiennes à faible teneur en pétrole ainsi que les sables bitumineux. Le Centre de recherche sur les combustibles a multiplié les travaux de recherche pour étudier la composition chimique de ces pétroles à l'état naturel et après traitement thermique et craquage. Ces données serviront à la mise au point de procédés de production et de raffinage de cette catégorie de pétrole brut.

L'intensification de l'exploration pétrolière dans l'Arctique a stimulé la mise au point de techniques perfectionnées d'analyse des résidus de pétrole et d'hydrocarbures contenus dans les carottes de forage pour connaître le degré de maturation thermique du pétrole. Ces études sont reliées à la nécessité d'une meilleure compréhension du processus de formation du pétrole de l'Ouest et du Nord du Canada, afin de faciliter l'exploration pétrolière. Les études de la composition chimique du bitume de l'Athabasca ont permis d'améliorer les techniques d'analyse dont les qualités ont déjà été éprouvées lors d'opérations de détection de rejet de pétrole ou d'analyses de pétrole brut. Ces techniques nouvelles ont déjà permis de connaître les différences dans les pétroles canadiens du Crétacé de la zone bitumineuse, qui peuvent être dues aux différences dans la source du matériau organique. Il est possible aussi de mieux connaître le degré de maturation thermique du pétrole brut formé au cours des temps géologiques. Les modifications de la composition de la classe de composés mononucléaires et aromatiques paraissent un meilleur indicateur de l'évolution thermique des pétroles bruts que les composés saturés employés actuellement. Cette caractéristique présente un intérêt et une donnée utile pour l'exploration pétrolière dans l'Arctique et au large de la côte est.

Raffinage du bitume et du pétrole brut. Le raffinage des pétroles bruts canadiens de basse qualité se trouve compliqué par la présence de grandes quantités de fer et de nickel au vanadium chimiquement liées, de 1 % de matière minérale et de 5 % de soufre à éliminer. CANMET a mis au point un procédé de craquage thermique à haute pression qui élimine, avec les résidus, la majorité des matières minérales et métalliques et produit un pétrole distillé à basse viscosité, prêt pour le traitement de désulfuration catalytique. Les avantages de ce procédé sont: 1) l'absence de résidus de coke; 2) la quantité de résidus produite, facile à gazifier, peut être variée selon les besoins énergétiques; et 3) la qualité et la quantité du pétrole distillé sont élevées. Les Laboratoires de recherche sur l'énergie ont suffisamment étudié à l'échelle expérimentale l'opération, la production et les moyens pour que le gouvernement et l'industrie considèrent la construction d'une petite unité de craquage pour évaluer le procédé à l'échelle industrielle.

Les pétroles obtenus par craquage thermique nécessitent un raffinage pour éliminer le soufre et l'azote et réduire la teneur aromatique. La recherche a donc porté sur la conception d'un catalyseur idéal pour la production de pétrole à basse teneur en soufre d'utilité commerciale. On a étudié à cette fin des pétroles produits par cokéfaction à retardement et par craquage thermique et catalytique. Les concentrations de métaux actifs sur les catalyseurs nécessaires à l'extraction du soufre et sur les catalyseurs nécessaires à l'élimination de l'azote et à la transformation des aromatiques se sont révélées très différentes. Tandis qu'une charge de catalyseurs actifs de 3 % de la masse du molybdate de cobalt était efficace pour une désulfuration, de 13 à 15 % de catalyseurs étaient nécessaires pour réduire l'azote à un niveau acceptable.

Étude des caractéristiques des combustibles de substitution. La montée rapide des prix et la pénurie de carburant liquide ont incité de nombreuses industries à étudier les effets de la substitution de combustibles sur les variables de traitement; en particulier, la modification de la répartition du flux de chaleur et du flux de chaleur radiant peut influencer considérablement la productivité ou la qualité du produit. D'autre part, les divers combustibles liquides peuvent émettre des substances polluantes complètement différentes.

Un programme d'étude de ces paramètres a été entrepris en collaboration avec une importante société sidérurgique canadienne pour l'étude de la substitution de pétrole distillé et de pétrole résiduel par 2 dérivés de pétrole brut de basse qualité. L'étude a révélé que les caractéristiques d'échange de la chaleur de flammes de ces 4 combustibles étaient fortement influencées par l'aérodynamisme de la flamme (nombre de turbulences) et ne dépendaient pas de la nature du combustible. La formation d'agents polluants était très influencée par les facteurs aérodynamiques et dépendait fortement des caractéristiques du combustible. L'augmentation du pourcentage d'azote dans le combustible entraînait un

accroissement de la production d'oxyde nitrique et le rejet de particules était proportionnel à la viscosité. De plus, l'augmentation de la viscosité (reflet de l'accroissement de coefficients C:H) rendait plus difficile une combustion satisfaisante avec un faible excès d'air.

Utilisation efficace des combustibles fossiles

Efficacité du carburant pour automobile. On a effectué une étude continue sur l'efficacité du carburant d'automobile dans des conditions routières normales, pour déterminer l'effet des dispositifs de contrôle de l'échappement sur la consommation de carburant et leur degré de détérioration après une certaine période d'utilisation. On a contrôlé l'émission de CO_2, de CO, de NOx, de HC et de particules, en été et en hiver, et l'on a enregistré les chiffres de consommation d'essence. On a étudié la plupart des modèles d'automobiles fabriqués depuis 1967. Les travaux de recherche ont révélé que les automobiles avec un dispositif antipollution et destinées aux conditions climatiques chaudes des États-Unis peuvent être améliorées pour mieux convenir aux conditions hivernales du Canada, tout en diminuant la consommation d'essence et en réduisant l'émission de gaz polluants.

Un second programme avait pour objectif de déterminer l'influence de la qualité de l'essence définie par son pourcentage en plomb et les conséquences de divers paramètres comme la vitesse, l'usage, le poids, la puissance du moteur et la consommation d'essence. Les véhicules choisis faisaient partie des modèles les plus populaires de 1974 proposés par les plus grands fabricants ainsi qu'une automobile importée à moteur rotatif. Ces modèles ont été étudiés au cours d'expériences de conduite en ville et sur autoroutes, en hiver et en été. Les résultats indiquent que l'essence «sans plomb» fournit moins d'énergie que l'essence normale et que la vitesse augmente considérablement la consommation d'essence. A 70 milles à l'heure, elle est de 23 % plus élevée que la consommation à 50 milles à l'heure pour un moteur V8 et 34 % pour un moteur à 4 cylindres. En hiver, la consommation est plus élevée sur autoroute comme en ville.

Amélioration du brûleur de chauffage domestique. Un programme expérimental d'amélioration de la conception de brûleurs de chauffage domestique, commencé en 1972, a pris fin en juin 1974. La recherche a révélé que les brûleurs sont moins efficaces et plus sensibles aux courants d'air aux niveaux de chauffage les plus faibles (0,5 gallon É.-U./heure). L'impossibilité de fonctionner normalement aux niveaux de chauffage les plus bas semble être indépendante de la structure de la tête (tête de retenue ou tête standard). La tête de retenue conçue pour brûler un gallon (É.-U./heure) comprenait un orifice central d'entrée d'air entourant l'injecteur de gas-oil et un orifice annulaire à peu près au milieu du rayon de la tuyère. L'orifice annulaire n'existait pas sur les têtes utilisées à 2 faibles degrés de chauffage. Le chauffage à ces faibles degrés nécessite une tête spéciale.

La quantité d'oxyde nitrique (ON), émise au cours de l'expérience, montre que les températures des parois inférieures des chambres de combustion en acier inoxydable réduisent considérablement le volume d'ON produit par réaction thermique de l'azote de l'air. Cette cause est attribuée aux baisses de température de la flamme dues à la combinaison de l'accroissement du transfert radial de la chaleur et des températures réduites du gaz de recirculation.

Guide de combustion des combustibles canadiens. Un guide de la combustion en 3 volumes, destiné à l'industrie, aux organismes gouvernementaux et aux experts-conseils a été préparé. Ce guide présente une méthode graphique rapide et précise de conception de systèmes de combustion et d'évaluation des systèmes existants, afin d'obtenir un rendement maximum et une émission minimale de gaz polluants. Le premier volume sur le pétrole a été publié en 1969. Le second, publié en novembre 1973, traitait des gaz naturels et des gaz produits au Canada et le troisième, publié en décembre 1974, concernait les charbons canadiens et les charbons américains utilisés au Canada. Les 3 volumes en vente à Information Canada ont été accueillis avec enthousiasme par tous les utilisateurs, y compris l'*Energy Research and Development Authority* des États-Unis.

Potentiel houiller

Depuis 1972, le Canada et la province de la Saskatchewan ont entrepris un programme d'évaluation du potentiel en lignite de la formation de Ravenscrag du sud de la Saskatchewan.

En 1972 et 1973, les 4 zones importantes, Estevan, Willow Bunch, Wood Mountain et Shaunavon, ont fait l'objet d'un programme de forage d'exploitation en 2 phases, au cours duquel les équipes ont fait plus de 700 sondages et recueilli 6 000 échantillons de charbon.

Cette première évaluation des réserves de lignite de cette formation incluait une étude de la qualité. CANMET a consacré plus de $350 000 aux analyses de 5 000 échantillons environ. Les divers gouvernements peuvent se procurer cette étude d'évaluation qui sera publiée ultérieurement.

CANMET et le Conseil de recherches de la Saskatchewan ont mis au point un système d'enregistrement et de répartition électronique des données d'analyse. Les données ont été enregistrées sur bandes d'ordinateur et sont présentement traitées pour permettre une «réunion» de la chimie et de la géologie houillères de la formation de Ravenscrag. Ces données formeront une documentation qualitative et quantitative complète des ressources de lignite de la Saskatchewan.

Outre l'analyse d'échantillons associée à l'inventaire des ressources, on a procédé à l'examen d'échantillons de lignite des régions d'Estevan et de Willow Bunch où le lignite est estimé à très haut pourcentage en minéraux. On a déterminé les possibilités d'enrichissement et de combustion de ces matériaux. Les expériences ont révélé les problèmes liés à la combustion du charbon brut et à la relative facilité d'éliminer la teneur en cendre par procédé mécanique.

Le gouvernement de la Nouvelle-Écosse a établi un programme commun d'évaluation des ressources en charbon de la province. Commencés en juin 1974, les travaux s'étendront sur 3 ans. La Nouvelle-Écosse a la charge des forages au diamant et de la récupération de carottes, tandis que CANMET est responsable des analyses d'échantillons.

Le programme comporte un ensemble de travaux de forages dans plusieurs districts de la Nouvelle-Écosse: Albion (comté de Pictou), Westville (comté de Pictou), Springhill, Joggins, Debert, Kemptown, Port Hood, Mabou, Chimney Corner, Inverness et Salmon River. En 1974-75, les forages étaient centrés dans les districts d'Albion et de Westville, y compris les couches houillères de Foord et plusieurs autres. On a analysé près de 600 échantillons, incluant ceux de composés prélevés à un pied d'intervalle, et l'on a préparé l'enregistrement et le traitement électroniques des données compatibles pour constituer une banque nationale de données sur le charbon.

Enrichissement du charbon

Depuis plusieurs années, la Société de développement du Cap-Breton (DEVCO), le ministère des Mines de la Nouvelle-Écosse et le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources ont uni leurs efforts vers la mise en valeur et une meilleure utilisation des charbons de l'île. Dans le cadre de ce programme, la DEVCO a mis en valeur la mine Lingan pour une production de charbon métallurgique (à basse teneur en soufre), en complément de production des anciennes installations, avec les objectifs d'approvisionner l'aciérie de Sydney en charbon de qualité métallurgique et augmenter les exportations.

Simultanément, le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a procédé à des expériences d'enrichissement et de carbonisation de ce charbon. Le Ministère a utilisé une usine pilote, aux installations de production par hydrocyclones, d'une puissance nominale de 9 000 kg/heure, et a démontré la possibilité technique de production de charbon de qualité métallurgique, basée sur une séparation de 3 produits, dont 1 de moyenne valeur combustible pour une centrale thermique. Le programme touchant à sa fin, la DEVCO a préparé l'installation d'un vaste centre de traitement par lessivage du charbon et la mise en valeur des couches à basse teneur en soufre de la houillère n° 26.

Les données obtenues à l'usine pilote de Lingan ont fourni de précieux renseignements sur les caractéristiques de lessivage du charbon de la houillère d'Harbour pour la conception des installations de l'usine en construction.

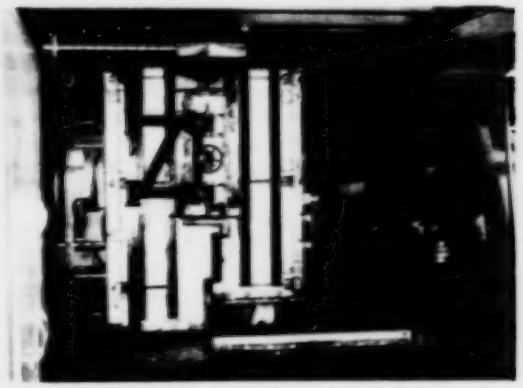

Figure 14. Installations et four à coke Koppers à parois mobiles utilisés par CANMET, à Edmonton, dans la recherche sur le coke métallurgique.

La première installation commerciale appliquant le procédé EMR, mise en opération au milieu de l'année 1974 à Stellarton (N.-É.), a permis une récupération d'une valeur d'environ 2,5 millions de dollars de résidus de traitement thermique de vieilles haldes des environs. L'usine emploie 45 personnes environ et a des réserves suffisantes pour 3½ ans de travail.

On a poursuivi la recherche sur le nettoyage des fines de charbon de 28 m x 0 dans les cyclones CW à grand diamètre (≥ 8 po). Des données d'anciens enregistrements et celles de tests en cours ont permis de déterminer l'influence d'un certain nombre de variables (pourcentage en solides, diamètre du tube du tourbillon et sa hauteur libre, longueur de la chambre d'alimentation, etc.) sur le rapport entre la taille de la particule et le point de fractionnement (dp). Généralement, l'augmentation non contrôlée du point de fractionnement (dp) est inversement proportionnelle à la taille des particules.

Une importante aciérie canadienne a entrepris, au cours de l'été 1974, une étude de la rentabilité du lessivage du charbon subbitumineux pour l'utiliser en coke moulé dans la réduction directe du fer. Les spécifications sont: rapport carbone fixe/cendres de 10/1 et teneur maximale en métaux alcalins de 0,12 % (du charbon). Ces taux sont difficiles à obtenir par les seuls procédés de séparation par gravité sur ce type de charbon, du fait de la teneur élevée en cendre, du faible taux de gravité spécifique et de la tendance de l'alcali à s'associer avec le charbon plutôt qu'avec la cendre.

Le pourcentage de cendre des lignites argileux des régions de Willow Bunch et d'Estevan (Sask.) peut être facilement abaissé à moins de 25 % par criblage à 48

mailles. Des essais de lessivage ont démontré que l'on pouvait éliminer 15 % des cendres thermiques à l'aide d'un procédé combinant le criblage et la séparation par gravité dans des hydrocyclones.

On a poursuivi l'établissement des plans d'une usine modulaire basée sur le procédé EMR. L'installation sera compacte, de transformation facile et mobile. A un coût minimum, les opérations de lessivage pourront être effectuées à l'usine et sur le terrain suivant les exigences de taille et de traitement. Ces installations permettront des expériences de lessivage sur les lieux d'exploration, le traitement de charbon de faible qualité à des sites mis en valeur, l'abattage hydraulique et les opérations normales de lessivage.

On a poursuivi la mise au point du procédé de clarification afin de réduire la taille des installations de décantation des effluents de lessivage du charbon. On a testé ce procédé à partir de la floculation, la préconcentration cyclonique et d'un concentrateur alimenté par la base, sur des effluents de lessivage à hautes et faibles teneurs en argile bentonique.

Utilisation du charbon

Le Groupe technique des combustibles métallurgiques de CANMET, en collaboration avec la *Canadian Carbonization Research Association (CCRA)*, a poursuivi ses recherches sur la réduction à l'aide d'une installation spéciale à l'échelle pilote. La *CCRA* est une association des principales sociétés minières et aciéries canadiennes, dont l'objectif est la recherche conjointe avec CANMET. Les installations comprennent à Ottawa, 2 fours à coke, à parois mobiles et de taille industrielle (0,31 et 0,46 m), 3 fours plus petits avec leur équipement annexe, et 1 four de 0,31 m récemment installé à Edmonton, et servent aux expériences de routine sur les mélanges de four à coke, pour une amélioration du coke métallurgique industriel traditionnel. Ces installations ont permis aux producteurs de charbon de l'Ouest canadien d'analyser les propriétés de leur charbon et d'étendre leurs marchés, et à l'industrie canadienne de l'acier de résoudre certains problèmes de production de coke.

On a achevé l'installation au laboratoire de CANMET à Edmonton, dans les locaux de Clover Bar du Conseil de recherches de l'Alberta, d'un four à coke expérimental du type Koppers à parois mobiles, offert par l'*Algoma Steel Corporation*. Des tests comparatifs de cokéfaction ont été exécutés pour obtenir une corrélation avec les installations d'Ottawa avant la mise en opération normale.

Ces installations serviront aux programmes d'évaluation du charbon du Ministère ainsi qu'au programme de développement des ressources en coopération avec l'industrie du charbon de l'Ouest du Canada, et à coûts partagés.

Les résultats d'analyse et de tests, obtenus au cours des années, sont stockés dans une banque de données pour ordinateur, avec les renseignements secondaires, afin de constituer un inventaire national des réserves canadiennes de charbon.

L'ultime objectif au Canada est d'atteindre une production suffisante pour les besoins nationaux en charbon métallurgique. Les travaux et études récents sont axés vers une plus grande utilisation des charbons cokéfiables des régions du Centre, de l'Est et éventuellement de l'Ouest du Canada. Les études préliminaires servent en général à déterminer les propriétés cokéfiantes des charbons canadiens, leur valeur à des applications spécifiques en usine et les conditions de réduction nécessaires pour obtenir un coke de qualité optimale.

Le *Canadian Coal Petrographers Group* récemment formé a bénéficié de l'assistance de CANMET pour ses études d'évaluation des propriétés de résistance du coke et du mécanisme de cokéfaction. Avec l'augmentation du prix des charbons à coke et des pertes en fonction de la teneur en cendre, on sera peut-être amené à réduire la quantité de minéraux dans les charbons à des taux inférieurs aux spécifications actuelles. Ces opérations modifieront évidemment le pourcentage d'éléments organiques et les propriétés thermiques et rhéologiques des charbons. Un programme commun d'expériences avec les *Canadian Coal Petrographers* visant à atteindre une certaine indépendance en matière énergétique comprend une étude des conséquences du pourcentage de cendre.

Sur le plan international, le Centre de recherches en énergie et en réduction des métaux a poursuivi son rôle d'organisme consultatif du Conseil canadien des normes pour diverses questions de l'Organisation internationale de normalisation concernant le coke (SC3) et la plasticité (WG12) du groupe des combustibles minéraux solides (TC27).

On a poursuivi les travaux de mise au point d'une technique de préchauffage de la charge des fours à coke. Le préchauffage est une technique industrielle reconnue depuis longtemps pour son rendement supérieur (jusqu'à 40 %), dont l'application industrielle a été retardée par les difficultés de réalisation et la formation de grands volumes de poussière de charbon. On s'intéresse de plus en plus à la technique du préchauffage, du fait de son haut rendement et des contraintes écologiques. Le nouveau four de Clover Bar a beaucoup servi aux expériences de préchauffage.

Il sera peut-être possible de remplacer les expériences coûteuses à grande échelle par des essais de réduction sur de petits échantillons ($\triangleq$ 1 kg) dans des récipients en métal placés dans un four expérimental de 0,3 m. Le succès de cette méthode dépend de la confirmation des corrélations obtenues des tests de petite à grande échelle.

Les opérations de recherches durant l'année ont atteint 150 essais en grands fours (225 à 350 kg de charge) et un total plus élevé de tests en fours plus petits, sur une base de coûts partagés avec la *Canadian Carbonization Research Association (CCRA)* et des sociétés minières non membres.

La plupart des travaux actuels d'amélioration sont axés sur une modification des mélanges de charbon, en ramplaçant les charbons d'importation peu volatils, par des fines de coke et des fines d'anthracite, comme antifissurants.

Ces opérations donneront aux aciéries canadiennes une plus grande indépendance par rapport aux sources peu sûres de charbon à coke importé (É.-U.) dont le prix ne cesse d'augmenter.

On étudie actuellement la possibilité de remplacer le coke traditionnel (de four à canal) utilisé mondialement en sidérurgie, par du coke moulé obtenu par réduction de briquettes de charbon. L'an passé, le laboratoire de CANMET et les installations de l'usine pilote ont été agrandis pour pouvoir poursuivre un programme continu de recherches appliquées sur le coke moulé et de multiplier les tests sur divers procédés de formage des charbons canadiens en coke moulé, outre des travaux de recherches et de mise au point.

Le laboratoire, unique au Canada, permet le formage continu de briquettes de houille maigre, en utilisant du charbon thermoplastique comme liant. Le même équipement doit servir à l'étude d'importants paramètres de briquetage à chaud et à la production sous conditions contrôlées et régulières d'importantes quantités (≙ 22,5 kg/h) de briquettes de 25 mm de diamètre pour divers tests et autres usages. L'installation comprend un appareil de fluidification continue et une installation de briquetage. L'appareil de fluidification mélange les 2 éléments (l'un à haute température, l'autre à basse température), puis le mélange passe dans l'installation de briquetage à presse à piston automatique, construite sur mesure et chauffée. Une plus grande installation à presse à double cylindre, au rendement de 225 kg de briquettes à l'heure, est en construction.

Combustion des lignites à haute teneur en cendres. On a entrepris une série d'expériences en combustion pour établir les principaux paramètres techniques et pratiques afin de résoudre le problème de combustion des lignites à haute teneur en cendres, en chaudières thermiques. Ces travaux sont exécutés dans le cadre du programme fédéral-provincial commun d'échantillonnage et de tests des dépôts de lignite à haute teneur en cendres de la Saskatchewan.

Les études de combustion en chaudière à l'échelle pilote ont montré qu'un spécimen de lignite contenant 23 % de cendres et 19 % d'humidité à l'état brut de cuisson convenait parfaitement comme combustible de chaudière. Le spécimen a donné une flamme claire et stable sans excès de carbone non brûlé dans la cendre volante; les dépôts du surchauffeur étaient onctueux et poudreux et peuvent être facilement éliminés par système traditionnel d'aspiration.

Un second type de lignite contenant 50 % de cendres et 7 % d'humidité à l'état brut a nécessité l'addition d'un autre combustible (pétrole) pour obtenir une flamme stable. Les caractéristiques des dépôts brûlés étaient bonnes, mais il sera nécessaire d'enrichir ce combustible pour obtenir une combustion sans additif.

Les 2 types de lignite peuvent brûler avec un minimum d'émissions nuisibles pour l'écologie, car plus de 60 % du soufre se trouve neutralisé par l'élément alcalin de la cendre et la précipitation électrostatique maintenue au-dessus de 98 %.

Gazéification du charbon. La production de gaz naturel synthétique à partir de charbon a suscité l'attention, particulièrement dans les régions du Canada pauvres en gaz naturel, mais à potentiel houiller. On a procédé à l'estimation du prix de revient le plus faible de la production de gaz naturel à partir de charbon, avec les techniques actuelles, à raison de 690 000 m³ par jour (250 millions de pieds cubes). Ce procédé constituerait un moyen pratique d'évaluer les répercussions du prix du charbon, de l'eau et de l'électricité sur le prix de revient du gaz naturel ainsi produit.

Technique de la boue charbon-pétrole. La pénurie croissante de charbon métallurgique (à coke) importé et la crise actuelle de l'énergie ont stimulé l'intérêt sur la possibilité d'un transport par pipe-line du charbon et du lignite de l'Ouest du Canada, vers les aciéries et les centrales thermo-électriques de l'Est. Mais de nombreux problèmes doivent être résolus, notamment, la question du degré d'altération et de modification des propriétés des charbons, des lignites et du pétrole au cours du transport et de la séparation des combustibles solides du pétrole.

Le Centre de recherches en énergie et en réduction des métaux a effectué des recherches en laboratoire sur les conditions de modification des propriétés des charbons à coke, comme le temps de contact avec le pétrole et les fluctuations de la pression. On étudie aussi divers procédés de séparation pour déterminer les techniques qui modifieront moins les propriétés du charbon et du pétrole, et les changements à apporter à la cokéfaction traditionnelle pour maintenir la qualité du charbon métallurgique transporté par pipe-line.

La recherche sur la combustion du charbon dans une boue de pétrole a permis de définir des données de conception et des techniques d'opération qui ont servi à un constructeur pour modifier une chaudière de dimension normale (120 000 lb/h de pression), laquelle sera utilisée au cours de l'hiver 1975-76, à brûler un mélange de charbon pulvérisé et de pétrole n° 6. On a aussi

étudié les propriétés du combustible qui modifieront à long terme la stabilité des boues charbon-pétrole, afin de déterminer par analyse physico-chimique du charbon si le mélange nécessite un stabilisateur.

Utilisation du charbon de basse qualité dans les procédés de réduction métallurgique

Le désir croissant de multiplier les aciéries dans l'Ouest du Canada a conduit à une étude conjointe entre le Ministère et le Conseil de recherches de l'Alberta, des méthodes de traitement du minerai de fer phosphateux du district de Peace River (Alb.). Les procédés mis au point ou appliqués dans l'Ouest doivent être appropriés aux niveaux, à la souplesse des plans permettant la croissance et la fluctuation des marchés, aux sources d'énergie et aux matières premières disponibles. Quant aux sources d'énergie, on pense naturellement aux charbons de l'Ouest, spécialement les non cokéfiables, et aux lignites.

Malgré la supériorité du haut fourneau intégré pour la production à grande échelle, d'autres techniques de réduction du minerai de fer sont suivies avec intérêt dans toutes les régions du Canada, spécialement où les opérations sont spécialisées et relativement petites. Vers cet objectif, on poursuit les recherches au banc d'essai de CANMET, sur la réduction des boulettes de minerai de fer et de carbone. On a étudié plusieurs cas dans l'Ouest du Canada (minerai de fer de Peace River et charbon subbitumineux de l'Ouest), et dans l'Est, avec le charbon très volatil du Cap-Breton. On a comparé les taux de réduction de ces composés, le produit étant du fer liquide, et la désulfuration peut être obtenue par addition de chaux. On a entrepris un programme d'étude de la fusion d'un composé de minerai de fer et de carbone, à l'aide d'un haut fourneau à cuve verticale à l'échelle pilote, avec la collaboration d'un ingénieur-conseil employé sous contrat.

On a achevé la construction et essayé un appareil d'analyse des gaz et des solides (appareil Rist), à contre courant et non isothermique, de 4,6 m de haut sur 5,1 mm de diamètre. Aucun autre appareil de ce type n'est actuellement en service en Amérique du Nord. Il a servi à l'étude du minerai de fer dans des conditions de réaction simulant celles du haut fourneau, spécialement l'effet du zinc sur la résistance de la boulette de minerai de fer. Cet appareil serait de grande utilité dans l'évaluation des cokes.

Au cours des 2 années passées, on a poursuivi un programme d'étude physique des minerais de fer, afin d'établir des méthodes d'essai standard préconisées par le Comité consultatif canadien auprès de l'Organisation internationale de normalisation pour le contrôle des minerais de fer (OIN/TC - 102). Les membres de ce Comité provenaient des principales aciéries et industries de traitement du fer canadiennes.

On procède actuellement à l'étude de la réduction de chromites en ferrochrome, par le carbone solide. Le procédé proposé permet des températures de réaction plus basses que celles des techniques électrothermiques conventionnelles de production du ferrochrome et pourrait être appliqué au gisement de chromite de Bird River (Man.).

Utilisation du charbon dans le procédé de réduction en four électrique à cuve. Devant l'intérêt témoigné par les aciéries pour le four de réduction électrique à cuve, on a poursuivi les études dans ce domaine. Cet intérêt résultait de la pénurie de ferraille et de l'élévation du prix, de l'approvisionnement incertain et du prix croissant de l'énergie plus conventionnelle utilisée en production de fer et d'acier, comme le pétrole, le gaz naturel et le charbon cokéfiable, et des mesures de protection contre la pollution atmosphérique causée par la métallurgie. Le procédé permet d'utiliser une autre source de fer que la ferraille en sidérurgie, spécialement dans les fonderies de petite ou moyenne dimension. Les principales sources d'énergie utilisées sont le charbon et l'électricité. Étant donné le principe du procédé à contre courant et à lit garni, les gaz rejetés sont peu volumineux, relativement propres et refroidis avant leur rejet dans l'atmosphère.

En 1973 et au début de 1974, on a poursuivi les expériences à échelle pilote avec l'appareil de 250 KVa d'Ottawa. Ces travaux ont fourni d'utiles données pour la mise au point ultérieure du procédé.

Au début de 1974, la phase suivante d'expérimentation du procédé a été confiée à la société *Atlas Steels* de Welland (Ont.). Il s'agissait en particulier de déterminer la capacité de la cuve au volume plus grand que celle du four de CANMET. Cette donnée était indispensable pour les études futures à l'échelle.

On a non seulement atteint ce premier objectif mais, encore, on a recueilli de multiples données au cours des opérations à plus grande échelle dans des conditions industrielles.

Métaux et alliages utilisés dans la fabrication de pipe-lines de transport de carburant

On étudie la résistance dynamique à la rupture des aciers de construction entrant dans la fabrication des pipe-lines. La courbe d'énergie en V de l'expérience de Charpy définit la zone de température où la résistance dynamique de ces aciers augmente. Mais, le rapport entre l'essai Charpy et la résistance dynamique varie jusqu'à 5 unités selon l'acier. On n'a remarqué aucune influence de l'épaisseur mesurée par le paramètre K sur la résistance dynamique de ces aciers, au cours d'expériences sur des spécimens de ½ à 2 pouces d'épaisseur (12,7 à 50,8 mm), exécutées à des températures variant entre -73 °C (-100 °F) et la température ambiante. A

un taux de ductilité plus élevé, il se produit un effet d'épaisseur, mais plutôt au cours de la dernière phase de la fracture que dans la phase initiale. Toutefois, cet effet devra être observé à des taux élevés de ductilité, pour mesurer l'absorption précise d'énergie.

On a commencé l'étude de la dynamique du choc comme cause éventuelle de la rupture par fragilité des aciers de pipe-line, afin de déterminer la condition critique entraînant la détérioration de la ductilité. On a exécuté une série de tests de résilience à l'aide d'un appareil à pendule d'impact, machine dont l'outil en biseau fixé à l'extrémité du balancier choque en raclage longitudinal. Le choc produit un enfoncement incurvé à la surface du tube. Les premiers essais sur des plaques d'acier X65 ont permis d'établir le rapport entre le degré et le type de dégât et le coefficient d'énergie de choc. Le matériau a présenté 2 couches distinctes et mesurables, une couche transformée et une couche déformée. La largeur de la couche transformée est linéairement proportionnelle à la puissance du choc, tandis que la largeur de la couche déformée demeure constante.

On a achevé l'évaluation des caractéristiques de 2 types de tubes et l'on poursuit les essais sur 4 autres. Les données permettront de comparer les propriétés des tubes proposés ou utilisés dans la construction de gazoducs pour le Nord et l'Arctique.

Les expériences sur l'acier C-Mn-Nb (0,05 C-1,5 Mn-0,08 Nb) ont pris fin et les résultats seront bientôt publiés.

On a effectué des recherches sur l'utilisation de l'acier trempé et durci dans la fabrication des tubes à pipe-line. Ces travaux ont démontré que les propriétés mécaniques requises peuvent être obtenues par laminage à chaud d'une plaque de 0,5 pouce d'épaisseur (12,7 mm), par laminage contrôlé à basse température de finition et par trempage de vaporisation d'eau, au coefficient de refroidissement de 70 °C par seconde environ. Le traitement à chaud de l'acier trempé a très peu amélioré le durcissement et a abaissé la résistance au choc. On a tenté d'améliorer la résistance au cours du vieillissement, en modifiant les séquences de laminage pour retenir plus de Nb dans la solution, mais ces changements dans le laminage étaient trop complexes pour être praticables.

L'étude des propriétés de soudures continues de 5 longueurs de tubes de qualité commerciale et de types de matériaux produits à la fin des années 60 a révélé que les coefficients de résistance étaient nettement inférieurs aux normes exigées pour l'Arctique. Des données récentes obtenues sur 2 types de tubes conformes aux normes CAGSL confirment la résolution de ce problème.

Des études portent sur les caractéristiques de soudure et la susceptibilité au gel des aciers à haute résistance utilisés dans la fabrication des pipe-lines. Les essais de soudage par la technique de contrôle de résistance thermique indiquent que les aciers à molybdène et à faible teneur en carbone, contrôlés au laminage (aciers micro-alliés), ont une résistance supérieure au fissurage aux zones soumises à la chaleur, et un durcissement moindre de ces zones que les aciers traditionnels à haute teneur en carbone. On a remarqué que la formule courante équivalente au carbone ne peut être appliquée aux aciers micro-alliés.

On a poursuivi les travaux sur l'orientation préférentielle des plaques d'acier au carbone-manganèse afin de déterminer la relation entre la texture de laminage à différentes températures et les propriétés de résistance aux fractures. Ces travaux ont donné une explication partielle de la fragilité de la plaque dans son épaisseur par la texture de laminage des plaques trempées à des températures inférieures à 800 °C (1 472 °F).

On étudie actuellement l'effet prépondérant du milieu sur les taux de croissance de fracturation à la fatigue des aciers à pipe-lines. On a conçu un schéma différent expliquant que les taux de croissance dépendent de ΔK et de la fréquence cyclique. Le maximum de fractures causées par l'action du milieu s'est produit dans une solution à 3,5 % de NaCl, à la fréquence la plus faible (0,01 Hz) et avec une valeur relativement élevée de ΔK. On a trouvé les mêmes effets dans de l'eau de mer et dans de l'eau distillée.

Traitement de l'uranium

Le programme de l'énergie de la Division de la métallurgie extractive était axé sur un perfectionnement de la technique des procédés d'extraction de l'uranium, par l'étude de nouvelles méthodes exigeant moins d'énergie, donc économiques, et éliminant les sérieux problèmes de contrôle de la pollution associée au lessivage à l'acide sulfurique.

On étudie donc une technique d'extraction de l'uranium des minerais, à partir de l'acide nitrique considéré plus facile à récupérer et à recycler que l'acide sulfurique. Par une technique de lessivage en 2 étapes, on a obtenu une extraction de l'uranium de 98 % dans des boues de densité jusqu'à 65 % de solides et à des températures entre 60 °C et 75 °C. Les études ont également porté sur (1) la répartition de Fe, Ra et Th dans les eaux de lessivage et de résidus, (2) l'extraction par solvant du nitrate d'uranium des eaux de lessivage, et (3) la récupération de la fumée d'acide nitrique produite au cours du lessivage.

Analyse chimique. On a achevé la mise au point d'une méthode d'analyse du pourcentage d'uranium dans les minerais à faible teneur, par fluorescence spectroscopique aux rayons X, appliquée de la technique de double dilution de Tertian. Cette méthode qui n'exige pas une préparation spéciale des échantillons, et pourrait compléter la méthode fluorimétrique exigeant le

trempage des échantillons dans une solution. Relativement rapide et assez précise, la méthode aurait un grand intérêt dans les usines d'uranium équipées d'un appareillage aux rayons X. On a repris l'étude d'une méthode de détermination des hautes concentrations d'uranium dans des solutions, par fluorescence aux rayons X, combinée de la technique de double dilution et de la méthode interne normale. On espère que cette méthode apportera la haute précision nécessaire en plus d'une économie considérable de temps et d'argent.

Par ailleurs, on a mis au point une méthode ampérométrique et potentiométrique de détermination de l'uranium dans les minerais, par analyse volumétrique. La technique est basée sur la réduction de U^{+6} à U^{+4} par du fer ferreux dans une solution concentrée d'acide phosphorique. Après élimination sélective de l'excès d'ion ferreux, on procède au titrage de l'U^{+4} avec une solution normale de dichromate de potassium, par détection ampérométrique ou potentiométrique du point final. Chaque phase a été appliquée avec succès aux minerais d'uranium contenant de 0,1 à 5 % d'U et les résultats obtenus étaient très proches des valeurs certifiées.

Recherches minéralogiques. L'étude minéralogique des minéraux et minerais radioactifs sert à la mise au point de procédés nouveaux ou améliorés d'extraction de l'uranium.

Au cours d'une étude, la micro-analyse électronique d'échantillons de brannérite de plusieurs mines de la région d'Elliot Lake (Ont.) a révélé que ce minéral est anormal. Le pourcentage d'uranium est non seulement plus faible que celui de la formule idéale, $UO_2.2TiO_2$, mais par comparaison avec des échantillons de brannérite de diverses parties du monde, le minéral d'Elliot Lake a une teneur plus faible en uranium. Ainsi, si l'on considère la répartition d'uranium dans les principaux minéraux, la brannérite et l'uraninite, le pourcentage d'uranium présent dans la brannérite est plus faible que prévu.

Au cours d'un autre programme, on a effectué la synthèse de la brannérite à des températures inférieures à 1 000 °C, afin de recueillir de plus amples données sur le processus de formation. Au-dessous de 800 °C, la réaction entre l'UO_2 et le TiO_2 est incomplète, mais à 850 °C, le produit obtenu est composé en grande partie d'$UO_2.2TiO_2$.

AMÉLIORATION ÉCOLOGIQUE

Les travaux de CANMET en amélioration écologique sont axés sur la réduction de la pollution à sa source, le traitement des effluents pour ramener les polluants à un niveau acceptable, la réutilisation des déchets et des résidus et la réduction des risques pour l'écologie. Toutes les divisions et tous les centres de recherche de CANMET ont des programmes d'étude continus dans ces domaines.

Contrôle des effluents du traitement hydrométallurgique

L'application de techniques hydrométallurgiques au traitement des minerais complexes de faible teneur, et de procédés comme l'extraction au solvant pour la séparation et la récupération des métaux, accroît le rejet d'effluents extrêmement toxiques pour l'environnement, suivant leur solution de contaminants. Devant ce risque, les laboratoires de CANMET ont étudié les techniques de précipitation combinées, d'osmose inversée et d'échanges d'ion pour l'extraction des métaux et des sels et l'adsorption de charbon activé pour l'extraction de composés organiques.

Les sels de métaux étant précipités par les silicates solubles, on a étudié la mise au point d'un procédé de précipitation combinée permettant d'éliminer les polluants métalliques des effluents de mines de métaux communs et d'usines. Les réactions des ions de métaux lourds: Fe^{+3}, Al^{+3}, Mn^{+2}, Ca^{+2}, Ni^{+2} et Zn^{+2} avec les silicates de sodium à taux différents de SiO_2 et Na_2O montrent que seule la base des silicates réagit quantitativement pour former des précipités. La coagulation mutuelle de l'hydroxyde de métal et de l'acide silicique se forme à un pH plus faible que celui nécessaire à la formation de l'hydroxyde. Le silicate de sodium et l'oxyde d'aluminium forment un agrégat d'aluminium dans une solution alcaline, augmentant ainsi l'emploi du sulfate d'aluminium comme coagulant à divers degrés de pH.

Le pH est plus élevé dans la précipitation du zinc et du nickel par un coagulant de silicate d'aluminium que dans leur précipitation à l'hydroxyde d'aluminium. Au contraire, le manganèse est précipité à un faible pH.

On étudie l'application des techniques d'osmose inversées à l'extraction des déchets pour abaisser la pollution, réutiliser l'eau et concentrer des composés pour un recyclage ou une élimination. On a soumis l'eau de mine acide de la région d'Elliot Lake à une expérience d'osmose inversée à l'aide de 6 membranes de porosité variable et l'on a recueilli des données sur les pourcentages de soluté et d'eau. L'analyse de l'eau a montré que l'on pouvait extraire 98 à 99 % de la concentration originale d'ions dans l'eau de mine.

La présence de concentrations diluées de fer ferrique et d'acide sulfurique dans les effluents hydrométallurgiques constituant un problème écologique, on a entrepris des études de récupération de ces éléments par échange d'ions. L'adsorption de fer et d'acide libre sous forme de sulfate, par un échangeur d'anions, a réduit l'acide de 200 ppm à moins de 10 ppm d'H_2SO_4 libre, et le fer de 60 ppm à 2 ppm de Fe^{+3}. L'échangeur a absorbé 95 % de l'acide et 99,7 % du fer de la solution, dont on peut après recyclage récupérer des réactifs de lessivage bactérien ou de filtrage.

Le programme d'amélioration écologique porte sur la possibilité d'extraction d'ions contaminateurs de sulfate, de nitrate et d'ammoniaque dans des solutions d'évaluation des usines d'uranium d'Elliot Lake (Ont.). Les résultats indiquent que les niveaux peuvent être réduits, dans le trop plein d'un bassin de résidus à 30 ppm de SO^{-}_{4} et moins de 1 ppm de NO^{-}_{3} par échange d'ions, et à 1 ppm de NH^{-}_{4} par dépouillage à l'air. On peut récupérer le SO^{-}_{4} comme sulfate de sodium et le NO^{-}_{3} comme éluant de nitrate.

On tente de trouver une méthode de contrôle des fuites de radium des zones de résidus, plus efficace que le traitement par les chlorures de baryum utilisé jusqu'à présent. Ces études ont pour objectif de trouver un anion formant avec le baryum un composé moins soluble dans l'eau que le sulfate de radium.

La multiplication des usines d'exploitation et de traitement de l'uranium pour subvenir aux besoins à court terme nécessitera de nouvelles méthodes analytiques pour étudier le traitement des déchets et la mise au point de nouveaux procédés. On a commencé l'étude de méthodes de détermination du radium dans des résidus et des effluents d'usine par l'étude du spectre au rayon alpha. On tente de mettre au point des méthodes d'analyse du Ra^{226} dans les produits de lessivage d'uranium.

Les éléments organiques solubles dans l'eau libérée par extraction au solvant constituent un problème économique et écologique. Des travaux ont démontré que le procédé d'adsorption du carbone peut éliminer presque complètement des réactifs comme les amines primaires et tertiaires, LIX 63, LIX 64, LIX 64N et DEHPA, ne laissant que quelques traces égales ou inférieures à 1 ppm. Le traitement par adsorption au charbon activé, d'un produit raffiné, récupéré après traitement de l'uranium d'un circuit d'extraction au solvant aminé a permis une économie annuelle de $52 000, pour une usine traitant 3 000 tonnes/jour de minerai à teneur de 0,1 % d'U_3O_8 et dont le volume d'effluent atteint 500 gallons/minute à raison de 35 mg d'amines par litre. Cette opération permet en outre d'éliminer une substance polluante.

Un programme commun d'étude avec le ministère de l'Environnement de l'Ontario a pour objectif d'utiliser la toxicité relative en milieux aquatiques de divers réactifs d'extraction au solvant. Les résultats préliminaires révèlent que la plupart des diluants ne sont pas dangereux à une concentration inférieure à 100 ppm. Quant aux solvants, le primène JMT est le plus toxique, avec 3,2 ppm de perte totale contre 32 ppm pour le LIX 70 et 320 ppm pour le LIX 64.

On poursuit les travaux sur cet aspect important de l'extraction au solvant.

Identification des substances polluantes de l'air et de l'eau

Contamination de l'eau par les résidus. On étudie le problème de la contamination de l'eau par dégradation des résidus à teneur de sulfures des usines d'enrichissement du minerai. L'étude d'échantillons de résidus de plusieurs mines de sociétés canadiennes utilisant des filtres spéciaux a montré que l'un des facteurs principaux modifiant l'acidité de l'eau est le pourcentage de pyrite et de carbonate dans les résidus, étant donné qu'il faut une assez grande quantité de pyrite en excès pour former de l'eau acide. Le taux de dissolution des résidus dépend de la surface en contact avec l'eau. Cette zone de contact peut être considérablement modifiée par la formation d'agrégats à haute teneur en sulfures. Une étude systématique de mélanges préparés de pyrite et de calcite aux grains de diverses tailles dans des filtres expérimentaux a permis de déterminer l'influence importante du pourcentage de pyrite et de calcite dans les mélanges et des tailles relatives des grains sur l'acidité de l'eau, pendant l'oxydation de la pyrite.

Au cours de l'été 1974, on a étudié sur place la contamination de l'eau par des résidus de 10 dépôts du Nord-Ouest du Québec. La rentabilité de ces études et la pollution du voisinage par écoulement d'acide ont été prouvées. Les effets de neutralisation de l'acide par la chaux sont de courte durée. On a remarqué que l'acidité de l'eau augmente après son écoulement des résidus, mais que la pollution semblait limitée par la faible concentration de solutés dans l'eau. On a isolé et classé plusieurs micro-organismes dans des échantillons d'eau acide de bassins de tailings.

Détermination du quartz dans les poussières, par spectroscopie infrarouge. Étant donné la toxicité des poussières de quartz de mine et de carrière, on a utilisé une méthode de détection et d'estimation quantitative du quartz dans ces poussières par spectroscopie infrarouge. On a établi des courbes de calibrage de concentration et d'absorption d'échantillons déposés sur des filtres de polycarbonate. On a examiné 41 types de silicate à potentiel d'interférence; la plus importante semble résulter de l'argile. La précision de cette méthode est un appoint aux autres techniques d'analyse du quartz dans les poussières.

Dispersion et élimination des effluents dans l'atmosphère

Recherches sur la dispersion des fumées. En 1972 et 1973, on a entrepris 4 études de dispersion des fumées dans l'Ouest du Canada, en collaboration avec l'industrie, le Service de l'environnement atmosphérique et des organismes du gouvernement provincial. On a mis au point une méthode numérique permettant d'accélérer la réduction des mesures aériennes à un haut degré de précision. Cette donnée réduite a été largement ap-

pliquée à l'évaluation des effets sur l'écologie de nouvelles installations d'exploitation des ressources et de production d'énergie, dans 6 régions géographiques du Canada, et a permis de spécifier la hauteur de cheminée pour optimaliser les pertes d'énergie et la dispersion des substances polluantes.

Les modèles mathématiques basés sur ces données indiquent que la dispersion des fumées est généralement meilleure que prévue par les méthodes empiriques et que les facteurs géographiques locaux ont un rôle important dans le comportement des panaches de fumée. Il reste évident que les réels panaches de fumée diffèrent souvent du modèle classique de Gauss. Cette méthode numérique sera étendue à l'évaluation de ces différences et à leur rapport aux conditions topographiques et micrométéorologiques.

Prévention de la pollution. On a mis au point un modèle mathématique sur l'influence des variables de la flamme sur la production d'oxyde nitrique. Ce modèle indique que la conversion d'azote combustible en oxyde nitrique est proportionnelle à la quantité d'air en excès, mais indépendante du pourcentage d'azote combustible et de la baisse de température adiabatique de la flamme, et que la conversion de l'azote atmosphérique en oxyde nitrique dépendra surtout de la température adiabatique de la flamme et du volume d'air en excès.

On a étudié les conséquences de la recirculation externe du gaz brûlé sur la production d'oxyde nitrique, avec des échantillons de pétrole n° 2, de pétrole n° 6, de pétrole brut et de lignite. L'étude de 2 combustibles liquides semblables à teneur différente d'azote, au cours d'une expérience double, indique que la formation d'oxyde nitrique varie uniquement en fonction de la conversion des différentes teneurs en azote. Les résultats de ces travaux confirment que:

(1) la conversion d'azote en oxyde nitrique dépend des degrés de chauffe et du volume d'air en excès, et que la recirculation externe des gaz brûlés affecte seulement la conversion aux bas degrés de chauffe; et
(2) la conversion d'azote atmosphérique en oxyde nitrique (puis en oxyde nitrique thermique) dépend plus des degrés de chauffe et des taux de recirculation que du volume d'air en excès. Ce fait suggère que les effets de la recirculation des gaz brûlés sur la stabilité de la flamme et sur les émissions de solides non consumées peuvent être réduits au minimum dans des systèmes de combustion cyclonique.

Récupération d'énergie et de matériaux utilisables

La crise de l'énergie a eu la conséquence bénéfique d'inciter à la récupération de la chaleur au cours des opérations d'incinération des ordures ménagères et des déchets industriels. Cette pratique s'est multipliée à la suite de la demande du gouvernement et de l'industrie d'une évaluation générale d'un certain nombre de propositions complexes comme:

(a) la récupération de la chaleur de l'incinération des ordures ménagères et la production d'énergie électrique à Toronto;
(b) l'utilisation des ordures comme combustible de complément à une grande centrale thermique à charbon pulvérisé;
(c) la réalisation, dans la région de la Capitale nationale, d'un chauffage central à partir de chaudières conçues pour brûler des détritus et du charbon en suspension; et
(d) la production de vapeur par incinération des ordures ménagères, des détritus et des déchets industriels et la production d'énergie électrique dans la région de Niagara.

On a étudié, en outre, un certain nombre de demandes d'aide en vue de la récupération d'énergie ou de sous-produits à partir de certains déchets industriels, comme des restes de bois, des pneus usés, de l'huile usée et des résidus pétrochimiques.

En 1974, des industries ont appuyé 2 études sur la récupération de fractions riches en carbone et en fer des poussières et des déchets de hauts fourneaux et la récupération de charbon cokéfiable de bassins de boues. Au cours des travaux, on a appliqué les techniques de l'hydrocyclone et de la floculation, mises au point pour l'industrie minière.

INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Dans le cadre d'une importante réorganisation à la fin de 1974, le nom de CANMET a remplacé celui de Direction des mines. Cette réorganisation incluait l'introduction d'un système de gestion selon la méthode des matrices, la consolidation des laboratoires de recherches et l'établissement de 3 programmes. Le Programme de recherche énergétique et le Programme de recherche minérale qui englobent tous les travaux de recherches et de développement de CANMET se trouvaient déjà à un stade avancé à la fin de 1974. Le troisième, Programme d'information sur les minéraux et l'énergie, était encore à la phase de préparation et comprendra 3 projets différents selon le public auquel ils s'adressent.

La Bibliothèque a un rôle important d'information aux employés et aux personnes étrangères au Ministère, y compris le personnel de l'industrie privée et de l'éducation. Les prêts de livres, de journaux, de comptes rendus de conférence, etc. ont atteint:

	1974	1973	1972
Prêts aux employés du CANMET	15 751	14 213	14 030
Prêts aux autres personnes	4 172	4 167	3 809
Total	19 923	18 380	17 839

La bibliothèque contient environ 95 000 livres, 13 000 rapports et 1 600 périodiques, dont 600 résultent d'accords d'échange. Elle forme au canada la meilleure collection sur l'exploitation minière et le traitement des minéraux. On va accroître la documentation dans les autres domaines qui sont aussi du ressort du CANMET. La bibliothèque assure aussi la traduction de rapports en langues étrangères sur une variété de sujets techniques. Ce service, fourni par la Division multilingue du Secrétariat d'État, permet au personnel du Ministère de se tenir au courant des nouveautés scientifiques et techniques à travers le monde. Le Conseil national de recherches tient à la disposition des scientifiques la liste des traductions effectuées pour le CANMET.

Les demandes de documentation au Centre d'information minière sont de plus en plus nombreuses, par exemple, tel inspecteur des mines demande des rapports sur l'éclairage des mines souterraines; tel technicien, une étude sur la mesure des fibres d'amiante; et tel ingénieur-conseil, un rapport sur l'extraction hydraulique du charbon. Les recherches de documentation se font à partir d'un fichier de plus en plus riche en données provenant de toutes les parties du monde. Ce fichier comprend 2 parties: la première contient 8 300 références et fait partie d'un système manuel mis au point avant avril 1973; la deuxième comprend un ordinateur qui contenait 2 750 références à la fin du mois de décembre 1974. Le personnel du Centre d'information minière utilise aussi d'autres index comme l'*Engineering Index* (New York), des résumés en français provenant du Centre d'études et recherches des charbonnages de France, des résumés géotechniques (Allemagne) et *Referativni Zhurnal: Gornoe Delo* (URSS).

Le CANMET a poursuivi son rôle traditionnel de diffuseur de l'information. La politique de publication déjà ancienne a été maintenue au cours des 2 années de la période analysée. Des articles et rapports ont été publiés dans divers domaines, soit au niveau directorial pour une large diffusion, soit au niveau divisionnaire pour une diffusion plus limitée. Les rapports publiés au cours de la période à l'étude comprennent:

	1973	1974
Monographies	—	2
Bulletins techniques	19	18
Rapports de recherche	15	10
Circulaires d'information	14	8
Série de réimpressions	7	7
Rapports d'investigation*	68	50
Administration spéciale	—	1
Présentations et communications aux journaux	123	200
Total	246	296

*Rapports pour la plupart confidentiels et réservés à l'usage d'une société particulière, d'un organisme public ou privé à l'origine de la recherche; consultation par permission spéciale seulement. Cette catégorie comprenait 37 rapports en 1973 et 8 en 1974.

Outre ces publications, les divisions ont publié de nombreux rapports externes et internes, sur des thèmes divers. Les rapports destinés à la publication extérieure comprenaient des études de recherches intérimaires, des rapports techniques, des mémoires techniques, des rapports de progrès et d'information, des rapports et des certificats d'essais. Les rapports strictement internes comprenaient des notes techniques, des rapports d'étudiants, des rapports d'études sur le terrain et en usine, des comptes rendus de visites et des comptes rendus de conférences. Une liste de rapports et d'étude techniques de la Direction des mines a été publiée en 1973 sous la référence IC 315 et en 1974 sous la référence DS 75-2. Au cours de cette période, 3 brevets ont été accordés, suite à des demandes cautionnées par la Direction.

Des informations sont aussi données au cours d'études présentées à des conférences et à des réunions d'organisations scientifiques et techniques, outre des articles de journaux et de périodiques.

Un comité de l'édition et des publications a révisé complètement les politiques d'édition et de publication pour l'année 1975.

DIVISION DES SERVICES TECHNIQUES

L'ingéniosité, l'esprit inventif et l'expérience générale des spécialistes des services techniques ont permis à CANMET de réaliser les multiples recherches décrites aux présentes. Dans sa fonction principale la Division conçoit et construit la plupart des appareils et instruments complexes et spécialisés demandés par les diverses divisions. Elle collabore aussi aux nouveaux projets dont elle assure les phases préparatoires. Le personnel est composé de techniciens et d'artisans qualifiés, spécialistes en mécanique, électricité, conception d'instruments et en menuiserie. Outre les travaux pour CANMET, la Division conçoit et construit pour la Commission géologique du Canada des instruments et appareils introuvables ailleurs ou à un prix moindre.

La Division comprend des services techniques et des services administratifs. Les travaux sont répartis entre les 3 centres directs ou productifs d'appareillage mécanique, d'électricité, d'instruments et d'éléments de menuiserie, et 3 centres indirects ou non productifs, administration, magasins centraux et service de transport motorisé. La section de mécanique comprend plus de la moitié du personnel et les trois quarts de l'actif fixé. Elle comprend la conception technique, le dessin, les groupes d'évaluation et de planification du travail et les unités de travail M-1 et M-2.

L'unité M-1 comprend les groupes de production aux «ateliers» pour la fabrication de prototypes, la mise au point d'instruments et de modèles et la préparation de spécimens métallurgiques pour les tests mécaniques.

Elle comprend aussi le personnel et l'équipement nécessaires au découpage des métaux et aux projets de recherches sur l'usinage.

L'unité M-2 a la charge du programme d'entretien de l'équipement de la Division et de CANMET et fabrique, modifie et installe le matériel d'usine pilote, de systèmes et de services.

La section de l'électricité et des instruments comprend environ 10 % du personnel et est responsable des installations électriques les plus complexes de CANMET. Elle doit assurer le fonctionnement permanent de matériels importants comme les fours de cristallisation, les appareils de diffraction par rayons X à mini-ordinateurs, les systèmes d'analyse spectrographique de masse et les salles de tests écologiques.

Le matériel électronique industriel et les appareils de contrôle techniques comprennent les fours de traitement thermique, de fusion des métaux, de réduction de concentrés et de boulettes de minerais de fer; les machines outils et de formage des métaux; les fours à coke et les chaudières de recherches sur la combustion; les appareils de traitement du pétrole; et les instruments de contrôle des atmosphères explosives.

La section de menuiserie s'occupe de menuiserie de construction, d'ébénisterie, de conception de modèles, de peinture et de travaux de finition et groupe 10 % du personnel et 4 % de l'inventaire de la Division. Elle a le personnel technique pour la production de boîtes à noyaux et de plans de moulage de pièces à machine, de barres d'épreuve et de plaques modèles, de blocs à quille, de lingots, de coquilles et de plaques. Elle collabore avec l'unité M-2 aux travaux techniques de fondation et structuraux d'installation d'usines; toutefois, ses objectifs sont la conception, la fabrication et l'installation d'accessoires de laboratoire.

La Division a réalisé, au cours de la période analysée, un four de fusion par zone, un appareil de mesure magnétique, la modification et la reconstruction d'un four à cuve, un mécanisme d'alimentation par fils, un appareil d'échantillonnage des eaux de bassins de résidus, un appareil de démonstration de l'explosibilité de la poussière, un instrument de contrôle de la traction de 5 000 livres par pied, un appareil de Linder et un générateur cyclonique.

ANNEXE A
Personnel professionnel

Administration

D.F. Coates (Directeur)	B.Eng., M.Eng., Ph.D. (McGill); M.A. (Oxford)
V.A. Haw (Directeur adjoint)	B.Sc., M.Sc. (Queen's)
Bureau du directeur	
V.L. Caron (Adjoint technique)	B.App.Sc. (Laval), M.Eng. (Paris), P.Eng.
M.C. Campbell	B.Sc. (St-F.-X.), B.E. (N.S. Tech.), M.Sc. (Londres), P.Eng.
Service de l'information technique de CANMET	
A.S. Romaniuk	B.Sc. (Queen's)
R.J.R. Welwood	B.Sc. (Queen's)
L.Geller	Dipl.Eng., B.Sc.Eng., M.A.Sc. (Toronto), P.Eng.
I.Slowikowski	M.A., Ph.D. (Beyrouth)
Bibliothèque	
G. Peckham (Chef)	B.A., BLS. (McGill)
A. Hobson	B.A., BLS. (Toronto)
J. Ho	B.A., BLS. (Ottawa)
K. Nagy	B.Sc., BLS. (McGill)
Rédaction et publications	
C. Mamen	B.Eng. (McGill), P.Eng.

Division du traitement des minéraux

H.M. Woodrooffe[1] (Chef)	B.A., Sc. (Toronto)
Minéralogie des minerais	
R.M. Buchanan	B.A., M.A. (Toronto)
J.A. Soles	B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (McGill), P.Eng.
R.S. Dean	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill)
Sous-division des minéraux industriels	
J.G. Brady	B.E., M.Sc. (Saskatchewan)
Section de la céramique	
I.F. Wright[1]	B.E. (Saskatchewan)
K.E. Bell	B.E. (Saskatchewan), P.Eng.
V.V. Mirkovich	Ph.D. (Toronto)
M. Palfreyman[2]	Ph.D. (Sheffield)
T.B. Weston	B.A. (Toronto)
T.A. Wheat	Ph.D. (Leeds)
Section de l'usinage	
R.A. Wyman	B.Sc. (Manitoba)
F.H. Hartman	B.A., Sc. (Toronto), P.Eng.
G.A. Kent	B.Sc., M.Sc. (McGill)
K.D. Atkinson[3]	B.E., M.E. (N.S. Tech.), P.Eng.

[1] Partis en retraite en décembre 1974.
[2] A quitté en août 1974.
[3] A quitté en octobre 1973.

Section des matériaux de construction	
N.G. Zoldners[1]	Dipl.Civil.Eng. (Lettonie)
F.E. Hanes[2]	B.E. (Saskatchewan)
V.M. Malhotra	B.Sc., B.E. (Australie occidentale)
H.S. Wilson	B.E. (Saskatchewan)
G. Carette	B.Sc. (Laval)
Section des minéraux non métalliques	
R.K. Collings	Eng.Dipl., B.E. (N.S. Tech.), P.Eng.
C.M. Bartley[3]	B.Sc. (Queen's)
A.A. Winer	B.A.Sc. (Toronto), P.Eng.
D.G. Feasby	B.Sc., M.Sc. (Queen's)
Sous-division des minéraux métalliques	
D.E. Pickett[4]	B.Sc., M.Sc. (Alberta), P.Eng.
Laboratoire de recherche sur les minéraux métalliques	
L.L. Sirois	B.A., B.Eng., M.Eng. (McGill), P.Eng.
N. Nemeth[5]	B.A.Sc., M.Eng., Ph.D. (McGill)
H. Noblitt	B.Sc. (Alberta)
Section des minéraux ferreux	
G.O. Hayslip	B.Sc. (Queen's), P.Eng.
G.W. Riley	A.C.S.M. (Camborne School of Mines), P.Eng.
R.P. Bailey	B.A.Sc. (Toronto)
I.B. Klymowsky	M.Eng. (McGill), P.Eng.
Section des minéraux non ferreux	
R.W. Bruce	B.Sc. (Queen's), P.Eng.
G.I. Mathieu	B.A., B.Sc. (Laval)
D. Raicevic	B.Sc. (Belgrade)
A. Stemerowicz	B.Sc. (Queen's), P.Eng.
A. Wall[6]	B.A.Sc. (Toronto), M.Sc. (Utah), P.Eng.
T.F. Berry	
Usine des minéraux métalliques	
A.J. Boisonnault	
Préparation mécanique des minéraux, exploitants canadiens	
E.G. Joe	B.Sc. (Queen's), P.Eng.

[1] Parti en retraite en février 1974.
[2] Parti en retraite en août 1974.
[3] Parti en retraite en décembre 1974.
[4] Parti en retraite en octobre 1974.
[5] A quitté en septembre 1973.
[6] Parti en retraite en 1972.

Division de la métallurgie extractive

K.W. Downes (Chef)[1]	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill)
W.A. Gow (Chef adjoint)[2]	B.A.Sc. (Toronto), P.Eng.
Section de l'évaluation technique et économique	
H.W. Smith[3]	B.A.Sc. (UBC), P.Eng.
V.F. Harrison	B.Sc. (Queen's)
Section du traitement des minerais	
H.H. McCreedy	B.Sc., M.Sc. (Alberta), P.Eng.
W.J. Craigen[4]	B.Sc. (Queen's), P.Eng.
F.J. Kelly	B.Sc. (N.S. Tech.), P.Eng.
W.D. Moffett[5]	Ph.D. (Ottawa)
H.W. Parsons	B.Sc. (Alberta)
R.F. Pilgrim	B.Sc. (Queen's)
Section du traitement des solutions	
G.M. Ritcey	B.Sc. (Dalhousie)
A.J. Gilmore	B.Sc. (Manitoba)
B.H. Lucas	B.Sc. (Queen's), P.Eng.
V.M. McNamara	B.Sc., B.Eng., M.A.Sc. (Toronto), P.Eng.
Corrosion	
G.R. Hoey	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Toronto)
A.W. Lui	B.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Windsor)
W. McLeod[6]	B.Sc. (Darlington et Middlesborough Tech. Coll.)
D.V. Subrahmanyam[7]	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Indian Institute of Science)
W. Dingley	
Recherche	
A.W. Ashbrook	B.Sc., Ph.D. (Carleton)
J.E. Dutrizac	B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto)
D.J. Francis[8]	B.Sc., Ph.D. (Alberta)
V. Lakshamanan[9]	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Bombay)
R.J.C. MacDonald	B.Sc. (St-François-Xavier)
D.J. MacKinnon	B.Sc., M.A., Ph.D. (Ottawa)
E. Rolia	B.A. (UBC)
V.S. Sastri	B.Sc., M.A., Ph.D. (State U. of New York)
Analyses chimiques	
J.C. Ingles[10]	B.A. (Western Ontario)
J.E. Atkinson	B.A. (Queen's)
D.J. Barkley	B.Sc. (Carleton)
R.J. Guest	B.Sc. (Acadia)
A. Hitchen	B.Sc. (McMaster)
G.A. Hunt	B.Sc. (Carleton)
A.D. King	B.Sc. (UBC)
J.B. Zimmerman	B.A. (McMaster)
Minéralogie	
S. Kaiman	B.A., M.A. (Toronto)
M.R. Hughson	B.Sc. (Western Ontario)
Atelier d'hydrométallurgie	
L.E. Shaheen	

[1] Parti en retraite en décembre 1974
[2] Nommé sous-dir., NMRP, en juillet 1974
[3] Parti en retraite en décembre 1974
[4] Muté en octobre 1973
[5] Muté en octobre 1974 au lab. de recherche d'Elliot Lake (Ont.)
[6] Parti en retraite en août 1974
[7] Études supérieures, boursier du CNR
[8] Muté en janvier 1974
[9] Études supérieures, boursier du CNR, muté en décembre 1974
[10] Nommé chef adjoint de division en juillet 1974.

Division des sciences minérales

R.L. Cunningham (Chef)	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill)
N.F.H. Bright[1]	B.Sc., Ph.D. (Bristol), F.R.I.C.
A.H. Gillieson (Chef adjoint)	B.Sc., Ph.D. (Édimbourg)
Minéralogie	
D.C. Harris	B.Sc., M.A., Ph.D. (Toronto)
W. Petruk	B.Eng., M.Sc., Ph.D. (McGill)
L.J. Cabri	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill)
A.E. Johnson	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Western Ontario)
S.A. Kissin[2]	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Toronto)
Chimie physique	
A.H. Webster	B.A., M.A., Ph.D. (UBC)
S.M. Ahmed	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Saskatchewan)
A. Jongejan	Geol. Cand. Drs. (Amsterdam)
L.G. Ripley	B.Sc., M.A. (Queen's)
R. Sutarno	B.E., M.E., Ph.D. (N.S. Tech.)
W.S. Bowman	B.Sc. (Carleton)
Physique des corps à l'état solide	
M.G. Townsend	B.Sc., Ph.D. (Southampton), F.Inst.P.
J.L. Horwood	B.A. (Toronto)
J.R. Gosselin	B.Sc. (École Polytechnique, Montréal), Ph.D. (Cornell)
Structure des cristaux	
S.R. Hall	B.Sc., Ph.D. (Australie occidentale)
J.F. Rowland	B.Sc., M.Sc. (Queen's)
J.T. Szymanski	B.Sc., Ph.D. (Londres)

[1]Parti en retraite en mai 1974.
[2]Études supérieures, boursier du CNR.

Chimie minérale	
G.H. Faye	B.A. (Saskatchewan)
E.M. Donaldson	B.Sc. (Manitoba)
B. Nebesar	M.Sc. (McGill)
H.F. Steger	B.Sc., Ph.D. (McMaster)
Spectrochimie	
G.L. Mason	A. Met. (Sheffield)
D.J. Reed[1]	B.Sc., M.A. (McMaster)
J.L. Dalton	B.Sc., M.Eng. (Carleton)
D.M. Farrell	B.Sc., M.Sc. (Ottawa)
T.R. Churchill	B.Sc. (Western Ontario)
Chimie analytique	
R.C. McAdam	B.Sc. (Manitoba)
C.H. McMaster	B.Sc., M.Sc. (Queen's)
D.J. Charette	B.Sc. (St. Patrick's Coll.)
R.G. Sabourin	B.Sc. (Ottawa)
J.C. Hole	B.A. (Toronto)
R.R. Craig	A.R.T.C. (Glasgow)
E. Mark	B.A. (Toronto)
J.F. Fydell	B.A.Sc. (Toronto)
E.H. MacEachern	B.Sc. (Mt. Allison)
V. Rolko	B.Sc. (Manitoba)
A.L. Letendre	B.Sc. (Sherbrooke)
C.W. Smith	M.Sc., Ph.D. (Queen's)

[1]Parti en retraite en novembre 1973.

Centre des recherches minières

T.S. Cochrane (Chef)	B.A.Sc., M.Sc. (Washington), P.Eng.
W.M. Gray (Conseiller supérieur)	B.A., M.A., Ph.D. (Toronto)
Laboratoire de la mécanique des roches	
G.E. Larocque (Gestionnaire)	B.Sc. (Carleton)
F.L. Casey	B.Sc. (Queen's)
A. Dubnie	B.A.Sc., M.A. (Carleton), P.Eng.
A. Fustos	B.S.F., F.E., B.Sc. (UBC), P.Eng.
M. Gyenge	Dipl.Eng. (Budapest), P.Eng.
A.L. Job	A.S.C.M. (Angleterre), C.Eng.
R. Sage	B.Sc. (Angleterre), M.A.Sc. (Ottawa)
N.A. Toews	B.Sc. (Queen's)
Y.S. Yu	B.Sc., M.Eng. (McGill)
B. Hoare[1]	B.Eng., M.Eng., D.Eng. (Waterloo)
J. Soukup[2]	M.W., B.A., M.E., Ph.D. (Prague)
Groupe de recherche sur la fracture des roches—Québec	
M.D. Everell	B.A.Sc., M.A.Sc., D.A.Sc. (École Polytechnique)
G. Turcotte[3]	M.Sc. (Laval)
Laboratoire d'Elliot Lake	
G. Zahary (Gestionnaire)	B.Sc., M.Eng. (McGill), P.Eng.
V. deKorompay	Dipl. M.Eng. (Hongrie)
D.G.F. Hedley	B.Sc., Ph.D. (Newcastle), P.Eng.
G. Herget	Dipl.Geol., Ph.D. (Munich), P.Eng.
G. Knight	B.Sc. (Birbeck, Londres)
C.P. Miles	B.Sc.
D.R. Murray	B.A.Sc. (McDonald Coll.)
M. Savich	M.Sc. (McGill)
R.O. Tervo	B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Angleterre), P.Eng.
R.A. Washington	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill)
H. Lea[4]	B.Sc., Ph.D.
K. Unrug[5]	M.Sc., D.Sc. (Cracovie)
Laboratoire canadien de recherche sur les explosifs	
J.A. Darling (Gestionnaire)	B.A. (Hon) (Queen's)
E. Contestabile	B.Sc. (Hon) (Carleton)
K.K. Feng	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Iowa)
R.R. Vandebeck	B.Sc., M.Sc. (Carleton)
C.A. Vary	B.Sc. (Ottawa)
Bureau de l'Ouest—Calgary (Alb.)	
K. Barron (Gestionnaire)	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Londres)
H.U. Bielenstein	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Queen's)
M.Y. Fisekci	Dipl.Eng., M.E., Ph.D. (Sheffield)
F. Grant	B.Sc. (Alberta), P.Eng.
J. Tomica	B.Sc., Dipl.Expl.Tech. (Tchécoslovaquie), M.Sc. (Queen's), P.Eng.
J.B. Livesey[6]	B.Sc., Ph.D. (Cardiff)
H. Melnikov[7]	M.E., Cand.Eng.Sci.
G. Raymond[8]	M.Sc. (McGill)

[1] A quitté en juillet 1974.
[2] A quitté en septembre 1973.
[3] A quitté en novembre 1974.
[4] Études supérieures, boursier du CNR.
[5] Études supérieures, boursier du CNR, a quitté en janvier 1973.
[6] Études supérieures, boursier du CNR.
[7] Études supérieures, boursier du CNR, a quitté en janvier 1973.
[8] A quitté en novembre 1973.

Centre de recherche sur les combustibles[1]

D.S. Montgomery (Chef)[2] ..... B.Sc., Ph.D. (McGill)

Groupe d'études des hydrocarbures

F.L. Booth[3] ..... B.Sc. (Queen's), P.Eng.

Technique de la combustion

W.A.O. Herrmann ..... B.Sc., M.Sc., D.Eng. (Berlin)
W.H. Merrill ..... B.A.Sc. (Toronto), P.Eng.
J.M. Denis ..... B.A.Sc. (Ottawa), P.Eng.
R.B. Logie ..... B.Sc. (UNB)

Recherche sur la catalyse

B.I. Parsons ..... B.Sc., Ph.D., D.Phil. (Oxford)
M. Ternan ..... B.A.Sc., Ph.D. (McGill)

Recherche sur les matières bitumineuses

M.L. Boyd (M^lle^) ..... B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill)
R.G. Draper ..... B.Sc. (Chem.Eng.) (Saskatchewan)
D.M. Clugston ..... B.Sc., Ph.D. (McMaster)
H. Sawatzky ..... B.S.A., M.S.A., Ph.D. (Toronto)
A. George ..... B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Caire)

Laboratoire du pétrole et du gaz

R.G. Draper ..... B.Sc. (Chem.Eng.) (Saskatchewan)
A. Yates ..... B.Sc. (Manitoba)

Génie, conception et construction

R.E. Carson ..... B.Sc. (Queen's), P.Eng.
L.P. Mysak ..... B.A.Sc. (Ottawa)

Houille et tourbe, préparation et études

T.E. Tibbetts ..... B.Sc., B.Ed. (Dalhousie)
B.N. Nandi ..... M.Sc., D.Eng. (Karlsruhe)
L.A. Ciavaglia ..... B.Eng. (Carleton)

Analyses et normalisation des combustibles solides

W.J. Montgomery ..... B.S.A. (Toronto)
J.Z. Skulski ..... B.Sc. (Chem.Eng.) (Wroclaw, Pologne)

Laboratoire canadien de recherche sur la combustion

E.R. Mitchell ..... B.Sc. (Queen's), P.Eng.
G.K. Lee ..... B.Sc., M.Sc. (Queen's), P.Eng.
F.D. Friedrich ..... B.Sc. (Saskatchewan)
R.G. Fouhse ..... B.Sc. (Saskatchewan)
H. Whaley ..... B.Sc., Ph.D. (Sheffield)
T.D. Brown ..... B.Sc., Ph.D. (Sheffield), C.Eng.
A.C.S. Hayden ..... B.Eng., M.Eng. (Carleton), P.Eng.

Laboratoire canadien de recherche sur les matières explosives

G.K. Brown ..... B.Sc., in.E.E. (Manitoba)
S. Silver ..... B.Sc., in.E.E. (Manitoba)
E.D. Dainty ..... B.Sc., M.Sc. (Toronto), P.Eng.
P. Mogan ..... B.A.Sc. (Toronto), P.Eng.
D.B. Stewart ..... B.Sc., M.Sc. (Queen's), P.Eng.

---

[1]Incorporé au Centre de recherche en énergie et en réduction des métaux le 31 juillet 1974 pour former le Laboratoire de recherche sur l'énergie.
[2]Nommé sous-directeur, ERP, en août 1975.
[3]Nommé chef intérimaire du Laboratoire de recherche sur l'énergie, en août 1975.

Centre de recherche en énergie et en réduction des métaux[1]

J.H. Walsh (Chef)[2]	B.Eng., M.Eng., D.Sc. (MIT), P.Eng.
F.T. Rabbitts[3]	B.Sc. (McGill)
R.P. Charbonnier (Chef, Programme scientifique)	B.Sc., M.A., E.M., D.Sc. (Paris)
Études spéciales	
B.J.P. Whalley	B.Sc., Ph.D. (McGill)
W.R. Leeder	B.Sc., Ph.D. (UBC)
S.M. Ahmed	B.Sc., M.Sc. (Osmania, Inde)
Laboratoire de la région de l'Ouest	
J. Visman	M.I., D.T.W. (Delft), P.Eng.
H.A. Hamza[4]	B.Sc. (Alberta)
N.A. Anderson	B.Sc. (Alberta)
C.F.J. Rozenhart	B.Sc. (Chem. Eng.) (Heerlen MTS)
J.L. Picard	B.Sc. (Alberta)
M.W. Mikhail	B.Sc. (Égypte), M.Sc. (Alberta)
Techniques des combustibles métallurgiques	
J.C. Botham	B.Sc. (Queen's), P.Eng.
D.A. Reeve	B.Sc., Ph.D. (Birmingham)
E.W. Montgomery	B.Eng. (McGill), P.Eng.
T.A. Lloyd	B.Sc. (Carleton)
J.G. Jorgensen	B.Sc. (Carleton)
W. Gardiner	Assoc., Royal Inst. of Chemistry
A.B. Fung	B.Sc. (Waterloo)
R. Zrobok	B.Sc. (Alberta)
J.R. Donaldson	B.A. (Acadie)
J.T. Price	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Western Ontario)
J.F. Gransden	B.Sc., Ph.D. (Western Ontario)
Pyrométallurgie	
G.E. Viens	B.A. (McMaster)
G.N. Banks	B.A. (UBC)
R.A. Campbell	B.Sc., M.Sc. (Queen's)
G.V. Sirianni	B.Sc. (Ottawa)
E.W. Montgomery	B.Eng. (McGill), P.Eng.

[1] Incorporé au Centre de recherche sur les combustibles le 31 juillet 1974, pour former le Laboratoire de recherche sur l'énergie.
[2] Nommé conseiller scientifique auprès de l'ADM, Sciences et technologie, en juillet 1974.
[3] Parti en retraite en décembre 1974.
[4] Études supérieures, boursier du CNR.

Division de la métallurgie physique

Administration

S.L. Gertsman (Chef)	B.A. (Hon), M.A. (Queen's)
H.V. Kinsey (Chef adjoint)	B.Sc. (Queen's), P.Eng.
R.C.A. Thurston (Coordonnateur rech.)	B.Sc. (Londres), P.Eng.
H.M. Weld (Projets spéciaux)	B.Sc. (McMaster)

Corrosion

G.J. Biefer	B.Sc., Ph.D. (McGill)
J.B. Gilmour	B.Sc. (Queen's), Ph.D. (McMaster), P.Eng.
I.C.G. Ogle	B.Sc., Ph.D. (UBC)

Physique appliquée et métaux réfractaires

A.J. Williams	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Birmingham), P.Eng.
D.C. Briggs	B.Eng., M.Eng. (McGill)
D.M. Fegredo	B.Sc., M.Sc., Dipl. I.I.Sc., Ph.D. (Sheffield), A.I.M.
M.J. Godden	B.Met., Ph.D. (Sheffield)
F.S. Jeglic	Dipl. Eng., M.A.Sc., Ph.D. (Waterloo)
F.W. Marsh	B.A.Sc. (Toronto)
L.P. Trudeau	B.A.Sc., M.A. (Toronto)
O. Vosikovsky	B.A.Sc., Ph.D. (Prague)

Métaux ferreux

J.D. Boyd	B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Cambridge)
D.R. Bell	B.Eng. (McGill)
R.F. Knight	B.Sc., M.Sc. (Queen's)
R.D. McDonald	B.Sc. (Queen's)
D.E. Parsons	B.A.Sc. (Toronto)
W.R. Tyson	B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Cambridge)
J.C. Pope[1]	B.Sc. (Rensselaer)

Fonderie

R.K. Buhr	B.Eng. (McGill)
C.J. Adams	B.Sc. (Sir Geo. Williams), M.Sc. (Met) (McGill)
K.G. Davis	B.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (UBC)
A.E. Murton	B.Met.Eng. (Colorado)
E.I. Szabo	M.Sc., Ph.D. (Nottingham)
R.D. Warda[2]	B.A.Sc., Ph.D. (Cambridge)
M.C. Ashton[3]	B.Sc. (Tech.), Ph.D. (Manchester)

[1] A quitté en mars 1973.
[2] A quitté en octobre 1974.
[3] A quitté en octobre 1973.

Essais mécaniques	
P.J. Todkill	B.A.Sc. (Toronto)
J. Harbec	B.Eng. (McGill), P.Eng.
Formage des métaux	
M.J. Stewart	B.A.Sc., Ph.D. (UBC)
J.A. Perry[1]	B.A.Sc. (Toronto), P.Eng.
Physique des métaux	
W.N. Roberts	M.A., Ph.D. (Leeds)
J.T. Jubb	B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto)
E.E. Laufer	B.Sc., M.Sc. (Dalhousie), Ph.D. (Virginie)
K.S. Milliken	B.Sc. (Queen's)
C.M. Mitchell	B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto)
J. Ng-Yelim	B.Sc. (Ottawa)
R.H. Packwood	B.Sc., Ph.D. (Birmingham)
K.M. Pickwick	B.Sc. (Tech.), Ph.D. (Manchester)
Y.L. Yao	B.Sc., M.Eng., Ph.D. (Lehigh)
Essais non destructifs	
W.E. Havercroft	B.Sc. (Sir George Williams)
W.H. Bott	B.Sc. (McGill)
Métaux non ferreux	
J.O. Edwards	B.Sc., M.Sc. (Manchester), P.Eng.
A. Couture	B.A., B.A.Sc. (Laval), P.Eng.
A.F. Crawley	B.Sc., Ph.D. (Glasgow)
J.L. Dion	B.A.Sc. (Montréal)
B. Lagowski	B.Sc., M.Sc. (Polish University, Londres)
W.A. Pollard	B.Sc., A.R.S.M. (Londres), P.Eng.
G.E. Ruddle	B.A.Sc., M.Sc., D.Sc. (Virginie)
J.J. Sebisty	B.A.Sc. (Toronto), P.Eng.
R. Thomson	B.Sc., A.R.C.S.T., Ph.D. (Glasgow)
L.V. Whiting	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill)

[1]Parti en retraite en septembre 1974.

Métallurgie nucléaire et des poudres

N.S. Spence	B.Sc. (Queen's), P.Eng.
C.F. Dixon	B.Eng. (N.S. Tech.), P.Eng.
H.M. Skelly	B.Sc., Ph.D. (Glasgow), F.R.I.C., F.I.M.
J.A. Strasser[1]	B.Eng., M.Sc., Ph.D. (N.S. Tech.)

Soudage

K. Winterton	B.Sc., Ph.D. (Birmingham), P.Eng.
W.P. Campbell	B.Sc. (Queen's), P.Eng.
J. Gordine	B.Sc., Ph.D. (Leeds)
Z. Paley	B.Sc., M.Sc. (Haïfa), Ph.D. (McGill)

Personnel d'organisations détaché à la Division de la métallurgie physique

Canadian Galvanizing Research Association	
R. Ramsingh	Chem. Tech. (Algonquin)
Endako Mines Limited	
E. Tozer	Dipl. Ryerson (Toronto)
Placer Development Limited	
J.B. Brigham	B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McMaster)
Steel Castings Institute of Canada Limited	
W.G. Martin	B.Eng. (McMaster)
C. Lafleur	Dipl. Tech. (CEGEP de Hull)

[1]A quitté en mai 1973.

Services techniques

E.K. Swimmings (Chef)	B.Sc. (Queen's), P.Eng.
D.M. Norman	Borough Polytechnic (Londres), P.Eng.
O. Hora[1]	B.Comm., Equiv. (Prague)

[1]Parti en retraite en 1974.

Personnel de CANMET au 31 décembre 1974

Division	Professionnels	Non professionnels	Total
Administration	9	33	42
Traitement des minéraux	27	46	73
Métallurgie extractive	36	35	71
Sciences minérales	37	40	77
Centre de recherche sur les combustibles	45	37	82
Centre de recherche minière	34	41	75
Centre de recherche en énergie et en réduction des métaux	16	27	43
Métallurgie physique	57	83	140
Services techniques	3	69	72
Total	264	411	675

ANNEXE B

Représentation aux comités techniques

INTERNATIONAL

Administration

COMMISSION MIXTE CANADO-SOVIÉTIQUE POUR LA COOPÉRATION DANS L'APPLICATION INDUSTRIELLE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE (membre) ..... V.A. Haw
Groupe de travail de l'industrie des métaux non ferreux (président) ..... V.A. Haw

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (OIN)
Comité consultatif canadien
OIN/TC - 82 (président, Section des mines) ..... R.J.R. Welwood

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE LA MÉCANIQUE DES ROCHES
Vice-président (Amérique du Nord) ..... D.F. Coates

CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LE CONTRÔLE DES STRATES (VI)
Comité exécutif canadien (membre) ..... A.S. Romaniuk

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (OCDE)
Représentant du Ministère pour le Comité interministériel pour le PSC ..... V.A. Haw

CONGRÈS MONDIAUX DE L'EXPLOITATION MINIÈRE
Comité national canadien (membre) ..... D.F. Coates
Comité national canadien (remplaçant) ..... C. Mamen

COMMONWEALTH

CONGRÈS DU COMMONWEALTH SUR L'EXPLOITATION MINIÈRE ET LA MÉTALLURGIE (10^{e})
Programme technique (président) ..... V.A. Haw
Publications ..... C. Mamen
Comité du programme d'Ottawa (membre) ..... V. Caron
Comité du programme d'Ottawa (membre) ..... R.J.R. Welwood

CANADA—NIVEAU FÉDÉRAL

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES
Comité sur l'exploitation minière marine (membre) ..... R.J.R. Welwood
Comité d'information scientifique et technique (membre) ..... A.S. Romaniuk

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE
Groupe d'étude de l'Association des industries aéronautiques du Canada (membre) ..M.C. Campbell

MINISTÈRE DE L'EXPANSION ÉCONOMIQUE RÉGIONALE
Groupe de gestion du projet Canstel (membre) ..... M.C. Campbell

CANMET
Comité de la rédaction et de la publication ..... C. Mamen
Comité consultatif sur les bibliothèques (représentant) ..... A.S. Romaniuk

COMITÉ CONSULTATIF NATIONAL SUR LA RECHERCHE MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE
(vice-président) ..... D.F. Coates
(secrétaire) ..... M.C. Campbell
Sous-comité sur l'exploitation minière (secrétaire) ..... M.C. Campbell
Sous-comité sur la métallurgie physique ..... M.C. Campbell

CANADA—DIVERS

COMITÉ CONSULTATIF CANADIEN SUR LA MÉCANIQUE DES ROCHES
(président) ..... D.F. Coates
Sous-comité pour le prix annuel de la meilleure publication ..... D.F. Coates

INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE
Comité de préparation du bulletin, Division du charbon ..... A. S. Romaniuk
Comité de préparation du bulletin, Division de l'exploitation des mines de métaux ....R.J.R. Welwood

CENTRE D'ÉTUDE DES RESSOURCES, UNIVERSITÉ QUEEN'S
(membre du Conseil de direction) ..... D.F. Coates

BUREAU CANADIEN D'ÉTUDE SUR LES TUNNELS
Commission consultative (secrétaire) ..... L. Geller

Division du traitement des minéraux

INTERNATIONAL

CONGRÈS INTERNATIONAL SUR LE TRAITEMENT DES MINÉRAUX
(membre pour le Canada) ..... H.M. Woodrooffe

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (OIN)
OIN/TC- 24 - Normes des tamis (membre) ..... D.E. Pickett
OIN/TC- 33 - Matériaux réfractaires (membre) ..... J.G. Brady
OIN/TC- 71 - Le béton, le béton renforcé et le béton éprouvé (président) ..... V.M. Malhotra
OIN/TC- 102 - Les minerais de fer ..... G.W. Riley
OIN/TC- 102/SC4 - Détermination de la taille des minerais de fer (président) ..... G.W. Riley

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (OCDE)
Réunion internationale des laboratoires d'essais et de recherches
sur les matériaux et les constructions (RLEM) (membre) ..... N.G. Zoldners

PROGRAMME TECHNIQUE DE COOPÉRATION
Groupe d'étude sur les matériaux non métalliques (membre) ..... H.M. Woodrooffe

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

AMERICAN CERAMIC SOCIETY
Comité éditorial de la Division des sciences fondamentales (rédacteurs) ..... J.G. Brady
K.E. Bell
T.B. Weston

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
Comité des activités (président) ..... V.M. Malhotra
Comité 115 - Recherches sur le béton (membre) ..... N.G. Zoldners
Comité 201 - Longévité du béton (membre) ..... N.G. Zoldners
Comité 213 - Agglomérés légers et béton léger (membre) ..... N.G. Zoldners
Comité 214 - Évaluation des épreuves de résistance du béton (président) ..... V.M. Malhotra
Comité 547 - Le béton réfractaire (membre) ..... N.G. Zoldners
Comité 216 - Protection des constructions contre le feu (membre) ..... N.G. Zoldners
Comité 437 - Étude de la résistance des constructions existantes en béton (membre) N.G. Zoldners
Comité 224 - Les fissures du béton (membre) ..... V.M. Malhotra
Comité-réunion d'automne (président général) ..... V.M. Malhotra
Comité du programme canadien (membre) ..... V.M. Malhotra

AMERICAN INSTITUTE OF MINING, METALLURGICAL AND PETROLEUM ENGINEERS
I.M.D. Comité de politique du programme ..... H.M. Woodrooffe
S.M.E.M.B.D. Comité de concentration ..... D.E. Pickett

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)
Comité C-1 - Ciment (membre) ..... N.G. Zoldners
Comité C-9 - Béton et béton aggloméré (membre) ..... V.M. Malhotra
Sous-comité II - e
Essai dynamique du béton (président) ..... N.G. Zoldners
Essai dynamique du béton (secrétaire) ..... V.M. Malhotra
Essai accéléré du béton (membre) ..... V.M. Malhotra
Comité D-30 - Fibres ..... A.A. Winer
Comité E-34 - Matériaux toxiques et dangereux ..... A.A. Winer

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (USA)
Comité des propriétés mécaniques du béton (membre) ..... V.M. Malhotra

COMMONWEALTH

COMMONWEALTH COMMITTEE ON MINERAL PROCESSING
- (secrétaire) ..... H.M. Woodrooffe

CONGRÈS DU COMMONWEALTH SUR L'EXPLOITATION MINIÈRE ET LA MÉTALLURGIE (10^{e})
- Comité de programme d'Ottawa (président) ..... E.G. Joe
- (membre) ..... R.W. Bruce
- (membre) ..... L.L. Sirois

CANADA—NIVEAU FÉDÉRAL

OFFICE DES NORMES DU GOUVERNEMENT CANADIEN
- Comité 8-GP - Tamis à essais standard ..... D.E. Pickett
- Comité 10-GP - Matériaux réfractaires (président) ..... J.G. Brady[1]
- (membre) ..... M. Palfreyman[2]
- Comité 12-GP - Verre ..... H.M. Woodrooffe
- Comité 30-GP - Abrasifs enrobés ..... R.K. Collings
- Comité 34-GP - Produits de l'amiante ..... H.M. Woodrooffe
- Comité 51-GP - Spécifications de l'isolation thermique ..... H.M. Woodrooffe
- Comité 75-GP - Tuile de faillance ..... K.E. Bell
- Comité 86-GP - Maçonnerie à parement ..... N.G. Zoldners

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES
- Groupe d'étude national sur les minéraux (membre) ..... G.W. Riley
- Groupe d'étude sur le développement régional (membre) ..... G.W. Riley

---

[1]Remplacé par K.E. Bell
[2]Remplacé par K.E. Bell

CANMET
- Comité de la rédaction et de la publication (membre) ..... R.P. Bailey
- Comité consultatif sur les bibliothèques (représentant) ..... J.G. Brady[1]
- Comité consultatif sur les bourses de recherches universitaires (membre) ..... H.M. Woodrooffe
- Comité consultatif sur les bourses de recherches universitaires (membre) ..... D.E. Pickett
- Comité consultatif sur les bourses de recherches universitaires (membre) ..... L.L. Sirois
- Comité d'amélioration écologique (membre) ..... J.C. Ingles
- Comité d'amélioration écologique (membre) ..... H.W. Smith
- Comité d'amélioration écologique (membre) ..... R.W. Bruce
- Comité sur les eaux d'évacuation et l'élimination des déchets ..... R.K. Collings

COMITÉ CONSULTATIF NATIONAL SUR LA RECHERCHE MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE
- Sous-comité d'information (membre) ..... A. Stemerowicz

ISOLATION THERMIQUE
- Commission interministérielle de qualification (membre) ..... H.M. Woodrooffe

CANADA—DIVERS

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE LA CÉRAMIQUE
- (président) ..... I.F. Wright
- Éditeur en chef du journal ..... J.G. Brady
- Comité éditorial (membre) ..... I.F. Wright
- Comité éditorial (membre) ..... K.E. Bell
- Division électronique (directeur) ..... T.B. Weston

---

[1]Remplacé en 1974 par R.K. Collings

INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE
- Comité de préparation du bulletin (membre) ..... R.W. Bruce
- Division des minéraux industriels (vice-président) ..... J.G. Brady
- Société métallurgique (président) ..... L.L. Sirois
- Comité sur la laine minérale (membre) ..... H.S. Wilson
- Comité exécutif de la direction d'Ottawa (membre) ..... R.M. Buchanan
- Comité central de publication (membre) ..... R.M. Buchanan
- Comité des publications (membre) ..... R.M. Buchanan
- Comité des volumes spéciaux (président) ..... R.M. Buchanan
- Comité des nominations
- Minéraux industriels (président) ..... R.K. Collings
- Comité du programme technique (vice-président) ..... R.M. Buchanan
- Comité du programme technique (membre) ..... J.G. Brady

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINÉRAUX, EXPLOITANTS CANADIENS
- (secrétaire) ..... E.G. Joe
- (trésorier) ..... R.W. Bruce

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION

Section A - Génie civil

Comité partiel sur les matériaux de construction
- Comité sur les panneaux à parement ..... N.G. Zoldners
- Comité sur le gypse et la chaux ..... R.K. Collings
- Comité sur les mortiers ..... N.G. Zoldners
- Comité sur la laine minérale ..... H.S. Wilson
- Comité sur l'asphalte, l'amiante de vinyl, les dalles de caoutchouc ..... H.M. Woodrooffe
- Comité sur les matériaux du béton (A23.1, A23.2, A23.4) (président) ..... V.M. Malhotra
- Comité sur les ciments hydrauliques, Sous-comité B (président) ..... N.G. Zoldners
- (membre) ..... G.G. Carette
- Sous-comité sur les spécifications et les méthodes d'essais ..... N.G. Zoldners

Section B - Génie mécanique

Comité partiel sur la prévention et la lutte contre les incendies
- Comité d'étude de la combustion des matériaux de construction ..... N.G. Zoldners

MINERALOGICAL ASSOCIATION OF CANADA
- Résumés minéralogiques ..... J.A. Soles
  R.S. Dean

COMITÉ TECHNIQUE DE L'ASSOCIATION DES MINES D'AMIANTE DU QUÉBEC
- (membre) ..... A.A. Winer

CANADIAN JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING
- (éditeur associé) ..... V.M. Malhotra

Division de la métallurgie extractive

INTERNATIONAL

JOURNAL INTERNATIONAL DE L'HYDROMÉTALLURGIE
- (co-éditeur) ..... G.M. Ritcey
- Commission éditoriale (membre) ..... A.W. Ashbrook

CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR L'EXTRACTION AU SOLVANT, TORONTO, 1977
- (président du Comité) ..... G.M. Ritcey
- (vice-président du Comité) ..... A.W. Ashbrook

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

AMERICAN ELECTROPLATERS' SOCIETY
- (membre) ..... W. Dingley

AMERICAN INSTITUTE OF MINING, METALLURGICAL AND PETROLEUM ENGINEERS

Division de la métallurgie extractive
- Comité du programme et des rapports (membre) ..... G.M. Ritcey
- Comité de nomination (membre) ..... G.M. Ritcey
- Cuivre, nickel, métaux précieux (membre) ..... G.M. Ritcey

AMERICAN SOCIETY OF METALS
Comité exécutif du chapitre de la vallée de l'Outaouais (vice-président) ..... W.J.S. Craigen
ELECTROCHEMICAL SOCIETY OF AMERICA
(membre) ..... G.R. Hoey
NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS
Comité des méthodes techniques (membre) ..... G.R. Hoey

COMMONWEALTH

CONGRÈS DU COMMONWEALTH SUR L'EXPLOITATION MINIÈRE ET LA MÉTALLURGIE
Comité du programme d'Ottawa (membre) ..... W.A. Gow
(membre) ..... D.J. MacKinnon
INSTITUTE OF METAL FINISHING
Grande-Bretagne (membre) ..... G.R. Hoey
SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE
Grande-Bretagne
Comité de la Conférence internationale sur l'extraction au solvant
(représentant canadien) ..... G.M. Ritcey

CANADA—NIVEAU FÉDÉRAL

OFFICE DES NORMES DU GOUVERNEMENT CANADIEN
(prévention de la corrosion) ..... W. Dingley
ENVIRONNEMENT CANADA
Groupe d'experts sur les substances radioactives (représentant de CANMET) ..... J.C. Ingles
CANMET
Comité sur l'amélioration écologique (membre) ..... H.H. McCreedy
Comité de la rédaction et de la publication (membre) ..... H.W. Smith
(membre) ..... V.F. Harrison
CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES
Officiers de liaison pour le Comité sur l'aide à la recherche industrielle ..... K.W. Downes
W.A. Gow
F.J. Kelly
H.W. Smith
A.W. Ashbrook
Groupe d'étude sur l'industrie minière nationale (représentant) ..... V.M. McNamara
Comité consultatif des bibliothèques (membres) ..... J.C. Ingles
H.W. Smith

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES
Sous-comité sur les réserves d'uranium (membre) ..... H.H. McCreedy

CANADA—DIVERS

ANALYSTES DE MINÉRAUX DU CANADA
(secrétaire) ..... G.A. Hunt
(trésorier) ..... J.C. Ingles
PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINÉRAUX, EXPLOITANTS CANADIENS
(membre du Comité) ..... H.H. McCreedy
COMITÉ DES PRODUCTEURS CANADIENS D'URANIUM SUR LA MÉTALLURGIE ..... H.H. McCreedy
INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE
Conseil des directeurs de la société métallurgique (2e vice-président) ..... G.M. Ritcey
(membre) ..... A.W. Ashbrook
Division de la chimie analytique (M.S.) (président) ..... A.W. Ashbrook
Bulletin trimestriel sur la métallurgie canadienne (M.S.)
Comité des publications (membre) ..... J.E. Dutrizac

Comité sur les métaux non ferreux (M.S.) (membre) ..... J.E. Dutrizac
Comité de la planification et du programme de la Section hydrométallurgique (membre) ..... G.M. Ritcey
Comité exécutif de la direction d'Ottawa (secrétaire adjoint) ..... W.J.S. Craigen
(président de la publicité) ..... D.J. MacKinnon

INSTITUT CHIMIQUE DU CANADA
Division de la chimie minérale (secrétaire-trésorier) ..... A.W. Ashbrook

COMITÉ CONSULTATIF NATIONAL SUR LA RECHERCHE MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE
Sous-comité sur la métallurgie d'extraction (secrétaire) ..... K.W. Downes

PROGRAMME PILOTE DE TRAITEMENT DE L'EAU CONTAMINÉE PAR LES DÉCHETS MINIERS DU NORD-EST DU NOUVEAU-BRUNSWICK
Comité consultatif technique (membres) ..... W.A. Gow
V.M. McNamara

PROGRAMME CONJOINT D'EXPLORATION ET D'ÉVALUATION MINÉRALES DU CANADA ET DU NOUVEAU-BRUNSWICK
Sous-comité sur le traitement (membre) ..... A.W. Ashbrook

Division des sciences minérales

INTERNATIONAL

INTERNATIONAL MINERALOGICAL ASSOCIATION
Commission sur les nouveaux minéraux et sur les appellations ..... D.C. Harris
Commission sur la microscopie des minerais ..... L.J. Cabri

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (OIN)
Comité consultatif canadien
OIN/TC-17/SC1 - Méthodes d'analyse de l'acier et de la fonte (membre) ..... R.G. Sabourin
OIN/TC-18 - Zinc et alliages de zinc (membre) ..... C.H. McMaster
OIN/TC-26 - Cuivre et alliages de cuivre (membre) ..... C.H. McMaster
OIN/TC-47 - Chimie (membre) ..... C.H. McMaster
OIN/TC-79 - Métaux légers et leurs alliages (membre) ..... C.H. McMaster
OIN/TC-102 - Minerais de fer .....
TC-102/SC1 - Échantillonnage des minerais de fer (président) ..... R. Sutarno
TC-102/SC2 - Méthodes d'analyse chimique des minerais de fer .....
(président) ..... D.J. Charette
(membre) ..... R. Sutarno
OIN/TC-129 - Minerais d'aluminium (membre) ..... C.H. McMaster
OIN/TC-155 - Nickel et alliages de nickel (membre) ..... C.H. McMaster
Groupes d'étude internationaux .....
OIN/TC-102/SC2/IWGI - Minerais de fer: évaluation statistique des données d'analyse provenant d'expériences internationales
(président) ..... R. Sutarno

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

AMERICAN CRYSTALLOGRAPHIC ASSOCIATION (ACA)
Comité sur le traitement par ordinateur de la cristallographie (président) ..... S.R. Hall

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)
Comité E-2 - Spectroscopie d'émission (deuxième vice-président et officier exécutif) ..G.L. Mason
Sous-comité E-02-11 - Laitiers, minerais et matériaux divers (vice-président/secrétaire) ..... G.L. Mason
Comité E-16 - Échantillonnage et analyse des minerais métallifères et des matériaux connexes (président) ..... R.C. McAdam
(membre) ..... R. Sutarno

MINERALOGICAL SOCIETY OF AMERICA
Comité de la médaille de Roebling ..... L.J. Cabri

CANADA—NIVEAU FÉDÉRAL

BANQUE DU CANADA
(conseiller scientifique) ..... A.H. Gillieson

CONSEIL DE RECHERCHES POUR LA DÉFENSE
Comité consultatif sur la recherche industrielle pour la défense (membre) ..... R.L. Cunningham

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES
Comité des usagers d'ordinateur (représentant de la Direction des mines) ..... S.R. Hall
Groupe d'étude sur les recherches postdoctorales (président) ..... A.H. Webster

CANMET
Programme canadien des matériaux de référence certifiés (président) ..... A.H. Gillieson
(vice-président) ..... G.H. Faye
(vice-président) ..... G.L. Mason
(membre) ..... R.C. McAdam
(statisticien) ..... R. Sutarno
Comité de rédaction et de publication (membre) ..... A.H. Webster
Comité consultatif des bibliothèques (représentants) ..... A.H. Webster
G.H. Faye
Comité de gestion de CANMET (chef) ..... R.L. Cunningham
Groupe d'étude sur la réaffectation ou l'assistance (membre) ..... R.L. Cunningham

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES (CNR)
Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) (officiers de liaison) ..... R.L. Cunningham
J.L. Dalton
A.H. Gillieson
G.L. Mason

CANADA—DIVERS

COLLÈGE ALGONQUIN DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES APPLIQUÉES
Comité consultatif sur la chimie ..... A.H. Gillieson

INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE
Comité d'application et de gestion par ordinateur (vice-président, programmes) ..... A.H. Gillieson
Division de la géologie (secrétaire) ..... W. Petruk
Comité exécutif de la direction d'Ottawa (secrétaire) ..... W. Petruk

CANADIAN JOURNAL OF SPECTROSCOPY
(éditeur technique) ..... G.L. Mason

ANALYSTES DE MINÉRAUX DU CANADA
(trésorier) ..... R.R. Craig

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION
Comité sur les méthodes analytiques (président) ..... C.H. McMaster
Sous-comité sur l'analyse du cuivre et des alliages de cuivre (membre) ..... R.G. Sabourin
Comité partiel sur les métaux non ferreux (membre) ..... C.H. McMaster

INSTITUT CHIMIQUE DU CANADA
Fiducie industrielle (président des fiduciaires) ..... N.F.H. Bright

MICROBEAM ANALYSIS SOCIETY
Président du Programme technique, réunion de 1974, Ottawa ..... D.C. Harris

MINERALOGICAL ASSOCIATION OF CANADA
(membre du conseil et président du comité des membres) ..... L.J. Cabri
(directeur des souscriptions) ..... D.C. Harris

SPECTROSCOPY SOCIETY OF CANADA
Comité des récompenses, des distinctions et des bourses (président) ..... J.L. Dalton
Section de la vallée de l'Outaouais (président) ..... G.L. Mason
Comité d'organisation de la 21e Conférence canadienne de la spectroscopie, 1974
(président) ..... B. Nebesar
(secrétaire) ..... J.L. Dalton
(responsable de l'accueil) ..... R.G. Sabourin
(coprésident, Comité de l'information et de la publicité) ..... V. Rolko
Conseiller de l'Association des scientifiques, ingénieurs et technologistes du Canada (SCITEC) ..... B. Nebesar

INTERNATIONAL

CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LA RADIO: ROUTES, TUNNELS ET MINES (1ère)
(membre responsable) ..... T.S. Cochrane

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE LA MÉCANIQUE DES ROCHES (SIMR)
Commission sur la terminologie, les symboles et la représentation graphique
(membre) ..... W.M. Gray
Commission sur les traductions et les publications (membre) ..... G. Herget
Commission sur les normes des expériences sur le terrain: Sous-comité pour la normalisation des expériences sur le terrain et des diagrammes géophysiques, catégorie 1 (11) et 11 (12), expériences séismiques et diagrammes géophysiques (membre) ..... G. Larocque
Troisième congrès international: Sous-comité pour la sélection des articles
(membre) ..... K. Barron

CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LE CONTRÔLE DES STRATES (6e)
Comité international d'organisation (président) ..... T.S. Cochrane
Comité exécutif canadien (président) ..... T.S. Cochrane
(membre) ..... K. Barron
Comité exécutif canadien: Sous-comité sur les articles (membre) ..... K. Barron

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (OCDE)
Groupe international d'experts sur les substances instables (membre) ..... J.A. Darling

L'INSTITUT DES MINES, Yougoslavie
Sécurité dans les mines (membre du conseil éditorial) ..... M. Savich

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENIST—AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION
Comité d'évaluation des accidents dus aux aérosols: Sous-comités 1 et 2 (membre) ..... G. Knight

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)
Comité D-18, étude des sols et des roches en vue de construction:
Sous-comité 12, mécanique des roches (membre) ..... W.M. Gray

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORT, NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD
Wenatchee Investigation Committee, Cargo Group (membre) ..... J.A. Darling

COMMONWEALTH

CONGRÈS DU COMMONWEALTH SUR L'EXPLOITATION MINIÈRE ET LA MÉTALLURGIE (10e)
Comité d'études pratiques dans l'Ouest (membres) ..... H.U. Bielenstein
K. Barron
D. McLeod
Comité d'études pratiques dans l'Ouest: étude 12A (président) ..... H.U. Bielenstein

CANADA—NIVEAU FÉDÉRAL

COMMISSION DE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
Comité consultatif sur la sécurité dans les mines (membre) ..... T.S. Cochrane

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES (EMR)
Comité EMR-DOE, sur la protection de l'environnement (exploitation minière)
(membre) ..... B. Hoare
Bureau d'étude sur les tunnels (secrétaire) ..... A. Dubnie
Groupe d'évaluation des ressources en uranium (membre) ..... A. Dubnie
Groupe d'évaluation des ressources en uranium: Sous-comité,
évaluation des réserves en uranium (membre) ..... A. Dubnie

MINISTÈRE DES TRANSPORTS (MDT)
- Comité technique sur les marchandises dangereuses (membre) ..... J.A. Darling
- Comité de coordination sur le transport des marchandises dangereuses (membre) ..... J.A. Darling
- Sous-comité consultatif du délégué canadien à l'Organisation maritime internationale (OMI) (membre) ..... J.A. Darling

CANMET
- Comité de l'amélioration écologique (membre) ..... W.M. Gray
  (remplaçant) ..... T.S. Cochrane
- Groupe d'étude de CANMET - Programme de développement minier (membre) ..... D.G.F. Hedley
  (remplaçant) ..... B. Hoare
- Comité consultatif des bibliothèques (représentant) ..... A.L. Job
- Comité de la rédaction et de la publication (représentant) ..... A.L. Job
- Comité de sélection du projet d'étude des pentes de mine (membres) ..... M. Gyenge
  R. Sage
  G. Larocque

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES (CNR)
- Comité sur la géodésie et la géophysique: Sous-comité sur la séismologie et la physique de l'intérieur du globe terrestre (membre) ..... G.E. Larocque
- Comité sur la sécurité aérienne: Sous-comité sur la classification des explosifs (président) ..... R. Vandebeck
- Comité sur la sécurité aérienne: Sous-comité sur l'équipement de sécurité (membre) ..... R. Vandebeck
- Comité sur la sécurité aérienne: Sous-comité technique sur la classification des explosifs, *U.S. Department of the Treasury* (membre de liaison canadienne) ..... R. Vandebeck
- Comité technique de liaison sur l'équipement de la police: Sous-comité, section (2), produits chimiques (membre) ..... J.A. Darling

CANADA—DIVERS

RÉUNION CONSULTATIVE DU BUREAU CANADIEN D'ÉTUDE SUR LES TUNNELS
- (secrétaire) ..... L. Geller
- (membre) ..... A. Dubnie

CAMBRIAN COLLEGE OF APPLIED ARTS & TECHNOLOGY, Sudbury (Ont.)
- Comité consultatif sur les mines et la géologie (membre) ..... G. Zahary

COMITÉ CONSULTATIF CANADIEN SUR LA MÉCANIQUE DES ROCHES (CCCMR)
- (secrétaire-trésorier) ..... W.M. Gray
- Sous-comité sur la géomécanique (membre) ..... H.U. Bielenstein
- Sous-comité sur la fracture des roches (membre) ..... W.M. Gray
- Sous-comité sur la stabilité des pentes (membre) ..... B. Hoare

INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE (ICMM)
- Division Algoma (secrétaire-trésorier) ..... D.G.F. Hedley
- Division Algoma (représentant pour l'exécutif) ..... G. Zahary
- Direction de Calgary (directeur) ..... K. Barron
- Comité des applications de l'ordinateur et du contrôle des procédés (représentant pour la Division du charbon) ..... K. Feng
- Division du charbon (2e vice-président et membre de l'exécutif) ..... T.S. Cochrane
- (membre) ..... K. Feng
- Division du charbon: Comité sur les programmes et conférences divisionnaires (membre de l'exécutif) ..... T.S. Cochrane

COMITÉ NATIONAL CANADIEN, COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE (CIE)
- Sous-comité technique TC-4.1 sur l'éclairage intérieur, Sous-comité sur l'éclairage des mines (membre) ..... A.L. Job

GROUPE D'ÉTUDE DE LA VENTILATION DES MINES D'ELLIOT LAKE
- (membres) ..... G. Knight
  R.A. Washington

HAILEYBURY SCHOOL OF MINES, Haileybury (Ont.)
- Comité consultatif (membre) ..... R. Tervo

COMITÉ CONSULTATIF NATIONAL SUR LA RECHERCHE MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE (CCNRMM)
Section minière (membre) ..... G. Zahary
Mécanique des roches et Groupe d'étude sur l'étayage (animateur) ..... G. Zahary

ONTARIO AGRICULTURAL COLLEGE (OF GUELPH UNIVERSITY), Guelph (Ont.)
Comité d'étude et culture (membre) ..... D.R. Murray

SAULT COLLEGE OF APPLIED ARTS AND TECHNOLOGY, Sault-Ste-Marie (Ont.),
(représentant de la municipalité au conseil de direction) ..... R.A. Washington

Centre de recherche sur les combustibles

INTERNATIONAL

BRITISH FLAME RESEARCH COMMITTEE
(directeur) ..... E.R. Mitchell

COMITÉ DE RECHERCHES SUR LES COMBUSTIBLES DU COMMONWEALTH ..... E.R. Mitchell

THE INSTITUTE OF BRIQUETTING AND AGGLOMERATION
Comité exécutif (membre) ..... T.E. Tibbetts
Comité des membres (membre) ..... T.E. Tibbetts

INSTITUTE OF FUEL COMMONWEALTH LIAISON GROUP
(président) ..... E.R. Mitchell

INTERNATIONAL COMMITTEE ON COAL PETROGRAPHY
Pétrographie (membre actif) ..... B.N. Nandi
Sous-comité sur les applications industrielles de la pétrographie du charbon (membre) ..... B.N. Nandi

COMITÉ INTERNATIONAL SUR L'ÉCLAIRAGE
Petrography Mine Lighting (membre) ..... G.K. Brown

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE (CEI)
Comité canadien
Sous-comité TC-31 - Appareils électriques pour les atmosphères non explosives (président) ..... G.K. Brown
Sous-comité TC-31A - Coffrets ignifugés pour les appareils électriques (président) ..... G.K. Brown
Sous-comité TC-31A WG2 - Particules incandescentes ..... J.A. Bossert
Sous-comité TC-31A WG3 - Tests de résistance au choc et tests sur les pièces transparentes ..... J.A. Bossert
Sous-comité TC-31A WG6 - Normalisation des appareils devant être utilisés dans les régions de la zone 2 ..... J.A. Bossert
Sous-comité TC-31A WG8 - Dangers relatifs à l'utilisation de mallettes en alliage léger ..... E.D. Dainty
Sous-comité 31G - Appareils intrinsèquement sûrs
Sous-comité 31G WG1 - Exigences techniques et essais ..... J.A. Bossert
Sous-comité 31H - Appareils pouvant être utilisés en présence de poussière inflammable
Sous-comité 31H WG1 - Construction et essai de coffrets d'appareils électriques ignifugés ..... J.A. Bossert

INTERNATIONAL PEAT SOCIETY
(vice-président) ..... T.E. Tibbetts
Commission 5 ..... T.E. Tibbetts
Comité canadien (secrétaire-trésorier) ..... T.E. Tibbetts

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (OIN)
OIN/TC-27 - Combustibles minéraux solides (président) ..... W.J. Montgomery
OIN/TC-27/SC2 - Charbon brun et lignites (membre) ..... W.J. Montgomery
OIN/TC-27/SC3 - Coke (membre) ..... J.C. Botham
OIN/TC-27 WG9 - Broyage (membre) ..... W.J. Montgomery
OIN/TC-27 WG12 - Plasticité (membre) ..... J.C. Botham
OIN/TC-27 WG13 - Analyse des cendres (secrétariat) ..... W.J. Montgomery

OIN/TC-102/SC3 - Expérience physique sur les minerais de fer (président) ..... D.A. Reeve
OIN/TC-109 - Brûleur et équipement connexe (membre) ..... T.D. Brown

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (OCDE)
Sous-groupe d'étude de l'hélium ..... D.S. Montgomery
Groupe de recherches sur la gestion de l'air ..... E.R. Mitchell
Pollution atmosphérique causée par la combustion de carburant ..... E.R. Mitchell
Déplacement en masse de la pollution atmosphérique ..... H. Whaley
Utilisation des résidus de chauffage ..... F.D. Friedrich

NATIONS UNIES
Commission économique pour l'Europe, expert-conseil sur la pollution atmosphérique ..... E.R. Mitchell

CONFÉRENCE MONDIALE SUR L'ÉNERGIE
Comité spécial des grands déplacements de la chaleur sur de longues distances (membre) ..... E.R. Mitchell

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

AMERICAN FLAME RESEARCH COMMITTEE
(membre honoraire) ..... E.R. Mitchell

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
Fuels Division, Flame
Comité des codes de sécurité (co-président) ..... E.R. Mitchell
Comité de recherches sur la corrosion et les dépôts provenant de gaz de combustion ..... G.K. Lee

FUELS DIVISION RESEARCH
Groupe d'étude sur la conversion de l'énergie ..... G.K. Lee

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)
Comité D-5 - Charbon et coke (président) ..... W.J. Montgomery
Sous-comité D-5.02 - Nomenclature et définitions ..... W.J. Montgomery
Sous-comité D-5.07 - Propriétés physiques du charbon ..... W.J. Montgomery
Sous-comité D-5.18 - Classification ..... D.S. Montgomery
Sous-comité D-5.21 - Méthodes d'analyse ..... W.J. Montgomery
Sous-comité D-5.25 - Essai physique des briquettes ..... T.E. Tibbetts
Sous-comité D-5.27 - Section américaine de l'OIN/TC-27 ..... W.J. Montgomery
Sous-comité D-5.28 - Analyse pétrographique du charbon ..... D.S. Montgomery
B.N. Nandi
Sous-comité D-5.29 - Tourbe, mousse, humus et produits connexes (président) ..... T.E. Tibbetts

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA
Comité SP-12 sur les instruments destinés aux emplacements dangereux ..... J.A. Bossert

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
Comité du code de prévention des explosions de chaudières (représentant de l'ASME) ..... E.R. Mitchell

CANADA—NIVEAU FÉDÉRAL

POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE
Comité interministériel ..... E.R. Mitchell

OFFICE DES NORMES DU GOUVERNEMENT CANADIEN
Comité 3-GP - Normes pour le pétrole et les produits connexes ..... D.S. Montgomery
R.G. Draper
Comité 10-GP - Matériaux réfractaires (membre) ..... F.D. Friedrich
Comité 18-GP - Combustibles solides ..... W.J. Montgomery
T.E. Tibbetts
Comité 24-GP - Identification des cylindres et des pipe-lines de gaz comprimé ..... R.E. Carson
Comité 51-GP - Normes de l'isolement thermique ..... E.R. Mitchell
Comité 73-GP - Codes de sécurité des colorants ..... R.E. Carson
Comité 91-GP - Comité sur les manomètres ..... W.H. Merrill

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS
Comité interministériel d'étude des chaudières ..... E.R. Mitchell
COMITÉ DU CHARBON, MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES
Critères écologiques; Comité commun du Conseil national de recherches;
Sous-comité sur la pollution atmosphérique ..... E.R. Mitchell
CANMET
Comité de la rédaction et de la publication (membre) ..... P. Mogan
Comité d'améliorations écologiques (co-président) ..... E.R. Mitchell
(membre) ..... G.K. Lee
RECHERCHES SUR LA DISPERSION DES FUMÉES
Comité de planification interministériel ..... E.R. Mitchell
G.K. Lee
SATELLITES DE DÉTECTION DES RESSOURCES ET TÉLÉDÉTECTION;
Groupe de travail sur la pollution atmosphérique ..... E.R. Mitchell

CANADA—DIVERS

CANADIAN COAL PETROGRAPHERS GROUP
(secrétaire) ..... B.N. Nandi
COMITÉ CONSULTATIF CANADIEN DE RECHERCHES SUR LE CHARBON
(président) ..... D.S. Montgomery
(secrétaire) ..... T.E. Tibbetts
CONFÉRENCE CANADIENNE SUR LE CHARBON
Comité consultatif ..... T.E. Tibbetts
ASSOCIATION CANADIENNE DE L'ÉLECTRICITÉ
Section de l'énergie thermique de la zone est; Sous-section de l'étude sur le charbon ..T.E. Tibbetts
CANADIAN GAS ASSOCIATION
Comité des codes (membre) ..... E.R. Mitchell
INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE
Direction de Calgary (directeur) ..... T.E. Tibbetts
Comité des membres (membre) ..... T.E. Tibbetts
Comité des publications (président) ..... T.E. Tibbetts
Comité du programme technique (membre) ..... T.E. Tibbetts
Comité des séries ..... T.E. Tibbetts
Sous-comité de la recherche et de l'utilisation ..... T.E. Tibbetts
ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION
Comité de nomination ..... G.K. Brown
Section B - Génie mécanique
Comité partiel sur l'équipement et les brûleurs à gaz
Équipement à gaz; Comité des 200 séries ..... E.R. Mitchell
Rendement d'incinérateur ..... F. Friedrich
Section C - électricité
Comité du Code canadien de l'électricité, 2^{e} partie -
Équipement sûr et ininflammable pour la classe 1, groupes A, B, C, D
Situations dangereuses ..... J.A. Bossert
Partie II - Câbles de chauffage pour situations dangereuses ..... J.A. Bossert
Partie II - Équipement de détection de gaz combustible ..... J.A. Bossert
Partie II - Moteurs pour situations dangereuses ..... G.K. Brown
Partie II - Boîtiers destinés aux situations dangereuses de classe II ..... G.K. Brown
Partie II - Câbles pour situations dangereuses ..... G.K. Brown
Partie II - Boîtiers antiexplosions ..... G.K. Brown
Partie V - Utilisation de l'électricité dans les mines ..... G.K. Brown
Partie VI - Appareils électriques pour les mines ..... G.K. Brown
Section Z - Divers
Comité partiel sur les codes de sécurité
Contrôle de la pollution atmosphérique ..... H. Whaley
Comité de mesures et d'échantillonnage (président) ..... H. Whaley

Code de sécurité pour les hôpitaux ..... G.K. Brown
Rendement d'incinérateurs ..... F.D. Friedrich
A.C. Hayden
Code d'installation des équipements utilisant des combustibles solides (président) ..E.R. Mitchell
Équipement de contrôle industriel (immergé dans l'huile) pour les situations dangereuses
Comité C-133 (président) ..... G.K. Brown

COMMISSION D'APPEL CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE DE LA VILLE D'OTTAWA
(membre) ..... E.R. Mitchell

CONSÉQUENCES DE L'USAGE DES VÉHICULES MOTORISÉS SUR L'ENVIRONNEMENT
Comité interministériel ..... D.S. Montgomery

INSTITUTE OF COMBUSTION AND FUEL TECHNOLOGY OF CANADA
(directeur) ..... E.R. Mitchell
(membre) ..... G.K. Lee

Centre de recherche en énergie et en réduction des métaux

INTERNATIONAL

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION
OIN/TC-102/SC3 - Analyse physique des minerais de fer (président) ..... D.A. Reeve

L'ASSOCIATION NATIONALE DE LA RECHERCHE TECHNIQUE ..... R.P. Charbonnier

CONGRÈS MONDIAUX DU PÉTROLE
Association canadienne (membre représentant l'EIC) ..... R.P. Charbonnier

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)
Sous-comité D-5.07 - Propriétés physiques du charbon ..... T.A. Lloyd
Sous-comité D-5.15 - Plasticité et gonflement ..... J.C. Botham
Sous-comité D-5.22 - Analyses physiques du coke ..... J.C. Botham
Sous-comité D-5.28 - Analyse pétrographique du charbon ..... J.G. Jorgensen
Sous-comité E-11 - Statistique (membre) ..... J. Visman

CANADA—NIVEAU FÉDÉRAL

COMITÉ MINISTÉRIEL SUR LE CHARBON ..... J.C. Botham

CANMET
Comité de la rédaction et de la publication (membres) ..... B.J.P. Whalley
G.N. Banks
Comité de l'amélioration écologique (membres) ..... F.T. Rabbitts
G.N. Banks
J.C. Botham
B.J.P. Whalley

LOI SUR LES INVENTIONS DES FONCTIONNAIRES PUBLICS
Comité, représentant interministériel ..... J.H. Walsh

CANADA—DIVERS

CANADIAN COAL PETROGRAPHERS GROUP
(membre) ..... J.C. Botham
(membre) ..... J.G. Jorgensen

CANADIAN CARBONIZATION RESEARCH ASSOCIATION
Conseil de direction (membre) ..... J.H. Walsh
(secrétaire) ..... J.C. Botham
Comité technique (secrétaire) ..... D.A. Reeve

Ferrous Industry Energy Research Association (FERA)
Comité technique (membre) ..... D.A. Reeve

INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE
Division du charbon (secrétaire) ..... J.H. Walsh
Comité de la Conférence de la publicité technique des métallurgistes (vice-président) ..... D.A. Reeve
Comité général de la réunion annuelle de 1972 (secrétaire) ..... D.A. Reeve
(membre) ..... G.N. Banks
Comité exécutif de la Direction d'Ottawa (membre) ..... D.A. Reeve
Comité de recherches (membre) ..... J.H. Walsh

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION
(Sujets divers)
Comité du guide de la conversion au système métrique ..... R.P. Charbonnier
Comité des techniques d'échantillonnage ..... J. Visman

COAL PREPARATION SOCIETY
(membre) ..... J. Visman

ENGINEERING INSTITUTE OF CANADA
Division des mines et de la métallurgie (président) ..... R.P. Charbonnier
Comité sur le système métrique ..... R.P. Charbonnier

Division de la métallurgie physique

INTERNATIONAL

INSTITUT INTERNATIONAL DE SOUDURE
Commission IX, comportement des métaux soumis à la soudure ..... K. Winterton
Sous-comité IX-F, étude des recommandations concernant la soudure de l'acier de construction ..... L.P. Trudeau

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (OIN)
Comité consultatif canadien
OIN/TC-17 - Acier
OIN/TC-17/SC1 - Méthodes d'analyses chimiques et spectrographiques ..... D.E. Parsons
OIN/TC-17/SC4 - Traitement thermique des alliages et découpage des aciers ..... R.K. Buhr
D.E. Parsons
OIN/TC-17/SC6 - Méthodes d'essais mécaniques (président) ..... D.E. Parsons
OIN/TC-17/SC7 - Méthodes d'essais autres que mécaniques ..... D.E. Parsons
OIN/TC-17/SC11 - Moulage de l'acier (secrétaire) ..... D.E. Parsons
(membre) ..... W.E. Havercroft
OIN/TC-18 - Zinc et alliages de zinc (président) ..... J.O. Edwards
OIN/TC-26 - Cuivre et alliages de cuivre (président) ..... J.O. Edwards
(membre) ..... P.J. Todkill
OIN/TC-44 - Soudage (président) ..... K. Winterton
(membre) ..... W.E. Havercroft
OIN/TC-79 - Les métaux légers et leurs alliages ..... J.O. Edwards
P.J. Todkill
OIN/TC-111/SC1 - Comité technique sur les chaînes ..... R.K. Buhr
OIN/TC-111/SC4 - Matériaux pour les chaînes (directeur national) ..... R.K. Buhr
OIN/TC-119 - Essais des matériaux métallurgiques poudreux (président) ..... N.S. Spence
OIN/TC-135 - Essais non destructifs (président) ..... W.E. Havercroft
OIN/TC-155 - Nickel et alliages de nickel ..... N.S. Spence

ORGANISATION DU TRAITÉ DE L'ATLANTIQUE-NORD (OTAN)
Groupe consultatif sur la recherche aéronautique
Groupe des matériaux ..... H.V. Kinsey
Conseil scientifique ..... G.J. Biefer
Comité du programme de la Conférence sur la conception des alliages pour éviter la fatigue et les cassures ..... W.N. Roberts

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES
Comité sur l'usure (membre) ..... S.L. Gertsman

CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LA FRACTURE (IV[e]), Canada, 1977
Comité de préparation ..... R.C.A. Thurston
CONGRÈS INTERNATIONAL SUR L'ANALYSE EXPÉRIMENTALE (VI[e]),
Allemagne de l'Ouest, 1978 (comité d'organisation) ..... R.C.A. Thurston
COMITÉ INTERNATIONAL POUR LES ESSAIS NON DESTRUCTIFS ..... W.E. Havercroft
PROGRAMME DE COOPÉRATION TECHNIQUE
Groupe d'étude sur les métaux (membre) ..... D.K. Faurschou

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

AMERICAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY (AFS)
Commission d'édition du journal de recherches sur les métaux moulés (président) ..... J.O. Edwards
Comité de contrôle de la Commission de recherches ..... J.O. Edwards
Division du cuivre et du bronze, Comité de recherches,
Conseil technique et Commission de recherches ..... J.O. Edwards
Division de l'aluminium, du magnésium et des métaux de réaction ..... W.A. Pollard
Comité d'étude du sable et des moules transformables et Comité de recherches ..... B. Lagowski
Division du fer ductile, Comité de recherches ..... R.K. Buhr
Comité d'étude du sable, Comité d'étude de la surface des moules ..... A.E. Murton
AMERICAN SOCIETY FOR METALS (ASM)
Conseil d'administration ..... S.L. Gertsman
Sélection des comités d'aide ..... S.L. Gertsman
Conseil canadien (secrétaire) ..... W.E. Havercroft
COUNCIL OF THE MATERIALS SCIENCE DIVISION
(membre) ..... J.D. Boyd
Chapitre de la vallée de l'Outaouais (président) ..... W.N. Roberts
(vice-président) ..... E. Smith
(secrétaire-trésorier) ..... J.T. Jubb
(adjoint secrétaire-trésorier) ..... M.J. Stewart
(président de la Section éducation) ..... J.D. Boyd
AMERICAN SOCIETY FOR NONDESTRUCTIVE TESTING
Comité des relations internationales (secrétaire) ..... W.E. Havercroft
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)
Comité A-1 - Acier, acier inoxydable et alliages semblables ..... D.K. Faurschou
Comité B-2 - Alliages et métaux non ferreux ..... J.O. Edwards
Comité B-5 - Cuivre et alliages de cuivre moulés et forgés ..... J.O. Edwards
Comité B-6 - Métaux coulés sous pression et alliages ..... J.O. Edwards
Comité B-7 - Métaux légers et alliages, coulés et forgés ..... J.O. Edwards
Comité B-10 - Métaux réfractaires et réactifs ..... M.J. Godden
Comité E-7 - Essais non destructifs ..... W.E. Havercroft
B. Lagowski
Comité E-9 - Fatigue ..... R.C.A. Thurston
W.N. Roberts
Comité E-24 - Étude des fractures des métaux ..... L.P. Trudeau
Comité E-28 - Essais mécaniques ..... P.J. Todkill
Comité F-4 - Implantations chirurgicales ..... W.N. Roberts
MICROBEAN ANALYSIS SOCIETY OF AMERICA
Comité d'organisation de la conférence (registraire) ..... K.M. Pickwick
NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS
Comité de section T-5E - Tension-craquage par corrosion des
matériaux métalliques ..... G.J. Biefer
Comité de section T-1F-13 - Essais de sensibilité des métaux
au traitage par tension au sulfure ..... I.C.G. Ogle
SOCIETY FOR EXPERIMENTAL STRESS ANALYSIS
Président de la société ..... R.C.A. Thurston
Comité exécutif national (président) ..... R.C.A. Thurston
Comité des récompenses ..... R.C.A. Thurston
Comité de financement ..... R.C.A. Thurston

WELDING RESEARCH COUNCIL
- Comité d'interprétation des rapports (président) ..... K. Winterton
- Comité de soudabilité ..... W.P. Campbell
- Comité de soudabilité, Sous-comité sur les aciers de tuyaux ..... J. Gordine

COMMONWEALTH

CONSEIL CONSULTATIF DE RECHERCHES AÉRONAUTIQUES DU COMMONWEALTH
- Groupe d'étude des matériaux ..... A.J. Williams

CONGRÈS DU COMMONWEALTH SUR L'EXPLOITATION MINIÈRE ET LA MÉTALLURGIE (10^{e})
- Secrétaire exécutif ..... M.J. Lavigne
- Comité du programme d'Ottawa ..... H.W. Weld

CANADA—NIVEAU FÉDÉRAL

COMMISSION DE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
- Comité consultatif de la sécurité des réacteurs (Ontario) ..... N.S. Spence
- Comité consultatif de la sécurité des réacteurs (Québec) ..... N.S. Spence
- Comité consultatif de la sécurité des réacteurs (Nouveau-Brunswick) ..... N.S. Spence

OFFICE DES NORMES DU GOUVERNEMENT CANADIEN
- Comité 17-GP - Soudage des tuyaux de pression en métaux ferreux
  (président) ..... W.P. Campbell
  (membre) ..... W.E. Havercroft
- Comité 29-GP - Spécifications pour les films pour rayons X ..... W.E. Havercroft
- Comité 42-GP - Ustensiles de cuisine en aluminium ..... W.A. Pollard
- Comité 42-GP2 - Comité sur les ustensiles de cuisine en acier inoxydable (des collectivités) ..... R.D. McDonald
- Comité 48-GP - Essais non destructifs (président) ..... W.E. Havercroft
  (membre) ..... W.H. Bott
- Comité 50-GP - Codage des métaux ..... J.O. Edwards
- Comité 52-GP - Spécifications pour les principaux appareils ménagers ..... R.D. McDonald
- Comité 53-GP - Cisailles ..... D.E. Parsons

CONSEIL DE RECHERCHES POUR LA DÉFENSE
- Comité consultatif de recherches sur les structures et les matériaux ..... H.V. Kinsey

PROGRAMME D'AIDE À LA RECHERCHE INDUSTRIELLE (PARI)
(Min. EMR, CNR/SIDBEC-DOSCO, programme «Niobium 340»)
- (officier de liaison, 1975-78) ..... D.E. Parsons

COMITÉ INTERDISCIPLINAIRE DU CONTRÔLE DE LA CONTAMINATION ..... E. Smith

COMMISSION DU SYSTÈME MÉTRIQUE
- Comité interministériel du système métrique ..... N.S. Spence
- Comité de préparation n° 4 ..... N.S. Spence
- Comité de section n° 4.1 ..... N.S. Spence

CANMET
- Comité bilingue et biculturel ..... S.L. Gertsman
- Comité de la Direction des mines sur l'amélioration écologique ..... R.K. Buhr
- Comité de CANMET sur la rédaction et la publication (membre) ..... W.A. Pollard
- Comité consultatif de la bibliothèque de CANMET (secrétaire) ..... R.C.A. Thurston
- Comité de CANMET sur le programme de recherche énergétique ..... K. Winterton, E. Smith

COMITÉ CONSULTATIF NATIONAL SUR LA RECHERCHE MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE
- Sous-comité de la métallurgie physique (membre) ..... S.L. Gertsman

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL
- Comité sur les normes de sécurité des rayons X (membre) ..... W.E. Havercroft

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES
- Comité joint sur les matériaux et constructions aérospatiales ..... A.J. Williams
- Comité de décernement des bourses de génie chimique et métallurgique (secrétaire) ..... J.D. Boyd

MONNAIE ROYALE CANADIENNE
Comité sur les nouvelles pièces ..... N.S. Spence

MARINE ROYALE CANADIENNE
Comité technique sur les tôles d'acier entrant dans la construction navale ..... D.R. Bell
Comité de préparation des matériaux FHE 400 ..... S.L. Gertsman
G.J. Biefer
K. Winterton
R.C.A. Thurston

CANADA—DIVERS

CONSEIL CANADIEN DE L'INSTITUT INTERNATIONAL DE LA SOUDURE
Conseil canadien (membre) ..... K. Winterton
(membre) ..... W.P. Campbell
Commission canadienne IX, IIW, comportement des métaux sujets à la soudure
(vice-président) ..... K. Winterton
W.P. Campbell
R.C.A. Thurston
Commission canadienne XIII, IIW, essais de résistance ..... R.C.A. Thurston

INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE
Conseil d'administration, Société métallurgique ..... D.K. Faurschou
Comité des publications (président) ..... D.K. Faurschou

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION
Comité partiel sur la métallurgie non ferreuse ..... J.O. Edwards
Sous-comité sur les désignations ..... J.O. Edwards
Comité partiel de la soudure (président) ..... K. Winterton
(membre) ..... W.P. Campbell

AIR INDUSTRIES ASSOCIATION OF CANADA
Sous-comité sur les matériaux et le traitement ..... A.J. Williams

GROUPE CANADIEN PERMANENT DE RECHERCHES SUR LES MOULAGES D'ACIER ..... S.L. Gertsman
R. Thomson

CANADIAN GALVANIZING RESEARCH ASSOCIATION
(secrétaire) ..... J.J. Sebisty
(directeur remplaçant) ..... S.L. Gertsman
Sous-comité du programme (ZM-189) ..... R.D. McDonald

CANADIAN PROBE USERS' GROUP
(président) ..... R.H. Packwood

COMITÉ CANADIEN DE RECHERCHES SUR LE ZINC ET LE PLOMB
(secrétaire) ..... J.O. Edwards
(membre) ..... J.J. Sebisty

ENDAKO MINES LIMITED
Comité de la préparation de la recherche ..... G.J. Biefer

ONTARIO RESEARCH FOUNDATION
Comité consultatif industriel sur la recherche de la métallurgie des poudres ..... N.S. Spence

SPECTROSCOPY SOCIETY OF CANADA
Comité des normes, groupe d'étude des métaux ferreux, programme des matériaux de référence ..... R.D. McDonald

STEEL CASTINGS INSTITUTE OF CANADA
Comité de recherches ..... S.L. Gertsman
(remplaçant) ..... R.K. Buhr

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION
Comité de l'aluminium et les alliages d'aluminium ..... W.A. Pollard
Comité du cuivre et les alliages de cuivre ..... J.O. Edwards
Comité de la galvanisation des objets de forme irrégulière ..... J.J. Sebisty
Comité de la galvanisation des fils ..... J.J. Sebisty

Comité du plomb et les alliages de plomb ..... A. Couture
Comité du magnésium et les alliages de magnésium ..... B. Lagowski
Comité du nickel raffiné ..... N.S. Spence
Comité des chaînes d'acier ..... R.K. Buhr
Comité des revêtements de métaux pulvérisés ..... J.J. Sebisty
Comité des moulages d'acier (G28) ..... D.K. Faurschou
Comité de l'acier de construction (G40) ..... D.R. Bell
Comité des matériaux chirurgicaux ..... W.N. Roberts
Sous-comité des matériaux chirurgicaux métalliques (appareils orthopédiques en acier inoxydable) (coordonnateur) ..... W.N. Roberts
Sécurité pendant le soudage et le découpage ..... K. Winterton
Code des oléoducs (Z183) ..... K. Winterton
Sous-comité conjoint (Z183 et Z184) des propriétés des matériaux (pipe-line) ..... D.R. Bell
Sous-comité conjoint (Z183 et Z184) du soudage ..... K. Winterton
Sous-comité conjoint (Z183 et Z184) des pipe-lines destinés au Nord canadien ..... K. Winterton
D.R. Bell
Sous-comité de la résistance aux fractures (Z184) ..... L.P. Trudeau
Tuyaux d'acier (Z245) ..... D.R. Bell
Comité de la fonte ..... R.K. Buhr
Comité des méthodes d'analyses mécaniques (non ferreux) ..... P.J. Todkill
Comité de soudage des électrodes ..... K. Winterton
Comité de soudage des barres de renforcement pour la construction en béton (président) ..... W.P. Campbell
Comité des organisations de l'inspection du soudage ..... K. Winterton
Comité du zinc et des alliages de zinc ..... A. Couture
Comité du gaz naturel liquide ..... K. Winterton

Services techniques

CANADA—NIVEAU FÉDÉRAL

CONSEIL DU TRÉSOR
Comité consultatif sur la construction
Sous-comité des transmissions (membre) ..... E.K. Swimmings

CANADA—DIVERS

SOCIETY OF MANUFACTURING ENGINEERS
Chapitre de la vallée de l'Outaouais (2e vice-président) ..... D.M. Norman